COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 MAI 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

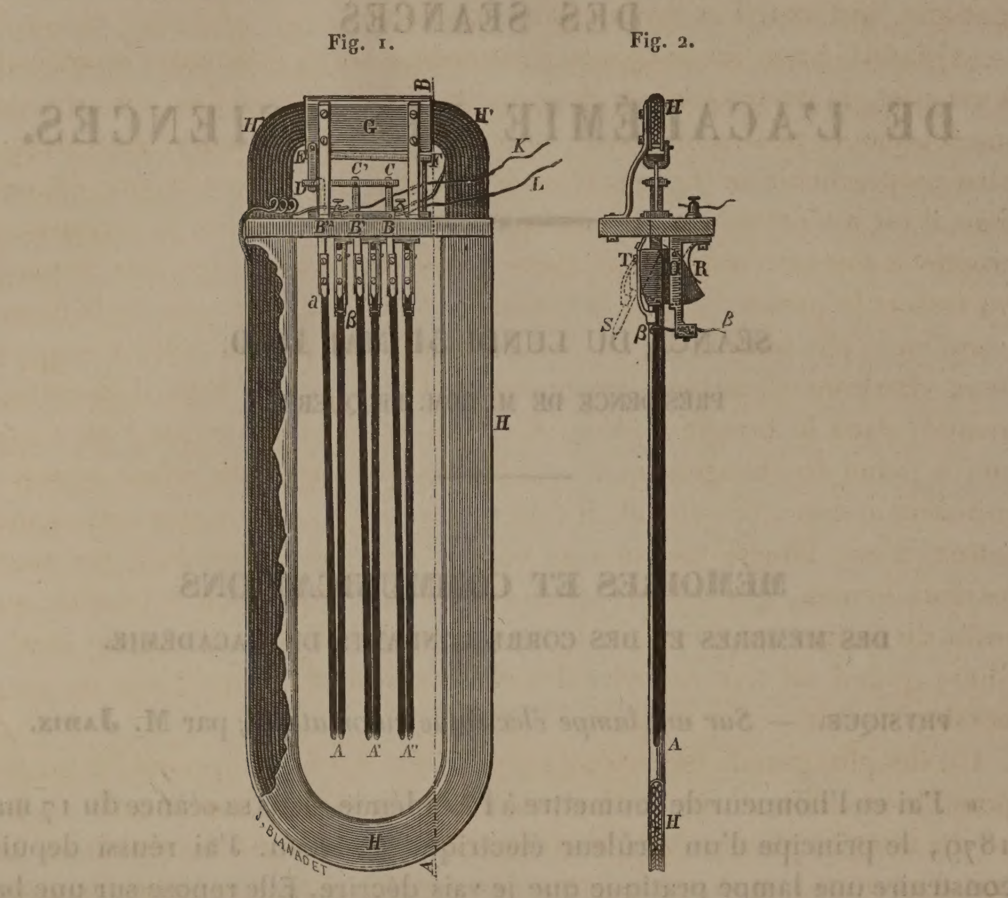
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur une lampe électrique automatique;* par M. **Jamin**.

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, dans sa séance du 17 mars 1879, le principe d'un brûleur électrique nouveau. J'ai réussi depuis à construire une lampe pratique que je vais décrire. Elle repose sur une base d'ardoise (*fig.*1), que l'on fixera dans des globes ou des lanternes, suivant les besoins de la décoration, et qui soutient vers le bas une gouttière de cuivre HHH, large, mais peu épaisse, afin d'éviter les ombres, et vers le haut une autre gouttière en fer doux G, destinée à s'aimanter et à attirer une palette mobile EF. Le courant alternatif d'une machine Gramme passe d'abord dans un fil de cuivre fin, replié quinze ou vingt fois dans les deux gouttières, et qui constitue le circuit directeur. C'est au milieu de ce cadre et dans son plan que se placent les bougies ou couples de charbons entre lesquels va jaillir l'arc. Il y en a trois, mais on peut en placer un plus grand nombre si l'on veut prolonger l'éclairage. On introduit chacun de ces charbons dans un support tubulaire de cuivre où ils se tiennent verticalement, serrés par un ressort, la pointe en bas. L'opération n'offre aucune difficulté et n'exige aucune adresse. Il n'y a

point de matière isolante entre les charbons. Ceux de droite $\beta A, \ldots$ sont fixes et verticaux ; ceux de gauche $a, \ldots$ pendent librement autour des articulations $B, B', B'', \ldots$; les sommets de leurs supports sont reliés par une

Fig. 1. Fig. 2.



barrette CC′ qui leur imprime un mouvement commun ; la palette EF est rattachée par un levier ED à cette barrette, qu'elle pousse vers la gauche par son poids, ce qui rapproche les charbons jusqu'à ce que l'un d'eux vienne buter contre son compagnon. Il est à remarquer que le contact ne se fera que pour une seule des bougies, la plus longue, ou celle dont les pointes sont le plus rapprochées : c'est celle qui s'allumera.

» Le courant électrique, après avoir traversé le circuit directeur, arrive à la fois aux trois charbons mobiles et peut revenir indifféremment par les trois charbons fixes; il passe entre ceux qui se touchent et les allume. Aussitôt l'aimantation se fait, la palette EF est attirée, les trois couples de charbons s'écartent à la fois, deux restant froids et l'arc s'étalant dans le troisième. Il y persiste tant qu'il y a de la matière à brûler, maintenu aux pointes par l'action du courant directeur et y revenant nécessairement si

une cause étrangère l'en écartait. Quand le courant s'arrête, la palette retombe et le contact se rétablit; s'il passe de nouveau, les charbons se rallument et s'écartent comme la première fois. Ainsi l'allumage est automatique, instantané et renouvelable à volonté.

» Quand la première bougie est consumée, il faut qu'une autre lui succède. A cet effet, le porte-charbon de gauche, qui était resté fixe, est articulé à son sommet et peut se déplacer, non dans le plan du cadre, mais dans le plan perpendiculaire (*fig.* 2). Il est poussé par un ressort R, qui l'écarte; mais il est maintenu dans la verticale par un fil de laiton β, recourbé en crochet à son extrémité et qui passe à frottement dur dans une filière où un ressort le presse. Quand la combustion de la bougie a amené la flamme jusqu'en 1, elle fond le fil, un déclanchement se produit tout à coup, les deux charbons s'écartent brusquement, l'arc s'éteint, mais il se rallume aussitôt dans la bougie voisine. L'action est si prompte que l'on s'aperçoit à peine du changement et que les autres lampes du même circuit ne subissent aucun affaissement. Il faut remarquer d'ailleurs que cette substitution d'une bougie neuve à sa voisine usée ne se produit que toutes les deux heures, que le fil de laiton n'a été fondu qu'à son extrémité, qu'il suffit de couper sa pointe, de le recourber et de l'avancer un peu dans sa filière quand on veut remettre des charbons neufs, et qu'il sert un grand nombre de fois.

Un des plus grands inconvénients de l'éclairage électrique est l'extinction possible et subite d'une des lampes, ce qui entraîne aussitôt celle des huit ou dix bougies placées dans le même circuit, bien qu'elles soient en bon état. Les nôtres sont peu sujettes à ce danger; il faut pourtant le prévoir et y remédier. A cet effet, l'un de mes élèves, M. Krouchkoll, a imaginé un système de parachute dont la description serait trop longue; il a pour effet : 1° d'ouvrir, au moment même de l'accident, un circuit secondaire qui continue le courant à travers tous les appareils sains en supprimant son passage à travers la bougie malade; 2° de remplacer la lampe éteinte par une résistance égale, ce qui laisse les autres dans l'état où elles étaient d'abord. Cette addition est fort importante, en ce qu'elle permet d'allumer beaucoup ou peu de bougies, sans changer leur éclat.

» En résumé, notre lampe réunit plusieurs qualités essentielles : elle s'allume et se rallume autant de fois qu'on le veut; elle n'exige qu'un circuit pour toutes les bougies voisines; elle remplace automatiquement celles qui ont brûlé en totalité par des charbons neufs; elle n'emploie aucune matière isolante de nature à altérer la couleur des flammes ni aucune

préparation préliminaire des charbons, ce qui diminue notablement la dépense. Si à l'origine elle éprouvait, comme toutes les autres, des variations d'éclat, cela tenait, non à elle, mais à la préparation défectueuse des charbons; ces variations ont disparu depuis, grâce à M. Carré, à qui l'on doit déjà tant et qui vient de donner à ses charbons l'homogénéité nécessaire. Il nous reste à dire combien on peut allumer de bougies avec un travail donné, quelle est la quantité de lumière et de chaleur produites et à quelle distance on peut les conduire.

» J'ai employé dans ces recherches la machine Gramme; elle était actionnée par le moteur Otto, avec lequel on peut à chaque instant mesurer le travail dépensé, qui est rigoureusement proportionnel au nombre des explosions : il suffit de les compter. On sait que la machine Gramme est composée de deux organes distincts : la machine à lumières, constituée par des électro-aimants tournant rapidement dans un tore de fer enveloppé de fils induits, et une excitatrice à courants continus, qui ne sert qu'à aimanter les électro-aimants. Elle ne fait qu'un travail de préparation.

» Le courant qu'elle produit augmente rapidement avec sa vitesse. Si petite que soit cette machine, on peut toujours atteindre l'aimantation nécessaire; mais on est obligé à une dépense de force considérable et limitée par l'échauffement croissant de l'organe. J'ai réussi, en me laissant guider par la théorie et par une meilleure distribution des fils, à réduire la chaleur au quart et la dépense au tiers, tout en produisant le même effet.

	Machine primitive.	Machine modifiée.
Dépense en chevaux...........	$1^{ch},394$	$0^{ch},51$
Intensité du courant..........	0,98	0,90
Vitesse.........................	1447	1433

» La dépense de travail, réduite à la moitié d'un cheval-vapeur, est devenue insignifiante.

» On a construit divers types de machine Gramme à lumière; les plus gros et les plus coûteux allument habituellement 24 bougies de $0^{m},004$; les plus petits sont destinés à en faire 4. Je me suis aperçu que ces derniers n'ont un si faible rendement que parce qu'on les emploie mal. Quand on leur donne peu de vitesse, ils prennent peu de force au moteur; quand on porte cette vitesse à 2500 tours, ils absorbent jusqu'à 10 chevaux, et, comme ce travail se transforme en chaleur dans les circuits, il est évident qu'on doit obtenir un nombre d'autant plus grand de foyers et une somme d'autant plus considérable de lumière que la vitesse est plus grande.

Cependant on ne l'a pas fait, parce que la chaleur développée dans la machine est telle, que les isolants fondent et que les fils brûlent. Il était bien facile de remédier à ce défaut en diminuant la résistance de la machine et en augmentant celle du circuit, ce que j'ai fait avec un succès complet et ce qui m'a permis d'allumer jusqu'à 24 foyers avec un moteur de 8 chevaux et la machine dite à quatre lumières.

» Je me contente de citer ici un des nombreux résultats de mes expériences :

Vitesse : 1530 tours.

Nombre de lampes.	Intensité de chaque lampe.	Intensité totale.	Dépense en chevaux de la machine totale.	Dépense en chevaux de la machine par bougie.
1	134	134	2,81	2,81
2	113	226	3,58	1,79
3	107	321	4,07	1,38
4	105	420	4,43	1,11
5	95	475	4,70	0,94
6	96	576	4,91	0,82
7	93	651	5,04	0,72
8	92	736	5,11	0,64
9	86	764	5,09	0,57
10	74	740	5,07	0,51
11	70	771	5,04	0,46
12	62	740	5,01	0,42
13	56	718	4,80	0,37
14	50	700	4,60	0,32

» On remarquera que la dépense en chevaux ainsi que la lumière totale augmentent jusqu'à 9 lampes, puis que ces deux quantités diminuent ensuite. Il est clair que, si l'on veut avoir une grande totalité de lumière, il faut s'arrêter à ce maximum, mais que, si l'on veut avoir beaucoup de foyers plus faibles, il faut le dépasser : c'est ainsi qu'on arrive à 24 bougies de $0^m,004$ de diamètre, ne demandant qu'un tiers de cheval chacun. Mais il vaut mieux s'arrêter à 2 bougies d'un demi-cheval ; elles sont plus belles et moins sautillantes. A mesure que les charbons se perfectionneront, on reculera cette limite.

» Quant à la lumière de chaque lampe, elle diminue avec leur nombre ; une seule avec la vitesse de 1500 tours vaut 134 carcels, 2 se réduisent chacune à 113, et quand on en a 14, elles ne valent plus que 50 : c'est la division d'une somme totale, avec un quotient décroissant.

» On peut remarquer que cette quantité de lumière est bien plus con-

sidérable que par les bougies ordinaires : la cause en est dans la direction des charbons, qui brûlent par le bas, non par le haut. Par le haut, on éclaire le ciel, ce qui est inutile; par le bas, on illumine le sol, ce qui est nécessaire. D'autre part, la flamme de l'arc, qui tend toujours à monter, abandonne les pointes et ne les réchauffe pas quand elles sont dirigées en haut; elle les enveloppe et les noie au contraire dans une atmosphère à énorme température quand elles regardent le sol, ce qui exagère notablement leur éclat et prévient leur refroidissement. Une comparaison photométrique de deux bougies identiques dans le même circuit a démontré que l'éclat des pointes en bas est cinq fois égal à celui des pointes en l'air. Bien que leur température soit énorme, la quantité de chaleur n'est pas grande, parce que le foyer est petit. J'ai comparé cette chaleur à celle d'une carcel en mettant successivement cette lampe et un brûleur électrique dans un même calorimètre. En moyenne et à lumière égale, la combustion de l'huile développe 45 fois autant de chaleur que l'arc électrique.

» Il ne me reste plus qu'à parler de la distance à laquelle on peut conduire la lumière; elle est d'autant plus grande que la machine tourne plus vite : avec 1500 tours, on peut introduire dans le circuit 1^{km} de fil de cuivre ayant $0^{m},001$ de diamètre sans que la diminution d'éclat soit sensible; avec 2000 tours, on peut aller jusqu'à 4^{km} de ce fil ou 16^{km} de $0^{m},002$. On conçoit ainsi la possibilité d'éclairer toute une grande ville par une usine unique rayonnant dans tous les sens.

» Les expériences et les essais multipliés auxquels j'ai dû consacrer mon temps exigeaient des moteurs, des machines, toute une installation qui dépassaient de beaucoup mes ressources. J'ai eu la bonne fortune de trouver un concours efficace et illimité chez M. Durrieu, président de la Société du Crédit industriel et commercial. J'ai trouvé également en M. Denayrouze, répétiteur à l'École Polytechnique, un collaborateur dévoué. Enfin deux de mes élèves, MM. Maneuvrier et Krouchkoll, ont exécuté avec moi toutes les mesures avec un zèle qui ne s'est jamais démenti. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion des principaux gaz hydrocarbonés;* par M. BERTHELOT.

« 1. En publiant, il y a quelques mois (voir ce Volume, p. 779), mes expériences sur la chaleur de formation des oxydes de l'azote, exécutées par déto-

nation dans une petite bombe calorimétrique en tôle d'acier, platinée à l'intérieur, j'ai annoncé que je comptais employer le même appareil pour mesurer les chaleurs de combustion des principaux gaz hydrocarbonés : ce sont ces résultats que je viens présenter aujourd'hui à l'Académie. Ils comprennent tous les gaz formés de carbone, d'hydrogène et d'oxygène qui ne se liquéfient pas au-dessus de 0°. Je reviendrai bientôt sur les gaz azotés et chlorés. Mes nombres expriment la chaleur de combustion à volume constant. C'est la chaleur de combustion à pression constante qui a été mesurée jusqu'ici; mais il est facile de passer de l'un des nombres à l'autre, d'après les formules données dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 115. On déduit encore de là la chaleur de formation.

1. *Oxyde de carbone.* — J'ai trouvé par détonation, pour $C^2O^2 = 28^{gr}$: 68,0 à volume constant; 68,3 à pression constante [1]. Par combustion ordinaire, j'avais trouvé, il y a quelques années, en brûlant le gaz pur, ce qui n'avait jamais été fait : 68,2; et par voie humide : 68,5 (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 316, et t. XIII, p. 13). En admettant que C^2 (diamant) $+ O^4 = C^2O^4$ dégage : + 94,0, on déduit de là :

$$C^2 \text{(diamant)} + O^2 = C^2O^2, \text{ dégage : } +25,7.$$

» 2. *Hydrogène.* — J'ai trouvé par détonation, pour $H^2 = 2^{gr}$: 69,2. Il n'y a pas lieu de distinguer ici entre les chaleurs de combustion à volume et à pression constants, parce que le produit se liquéfie entièrement. Le nombre 69,2 se confond avec 69,0 que j'avais obtenu en prenant la moyenne des résultats antérieurs de Dulong, Hess, Grassi, Favre et Silbermann, et Andrews [2].

Les expériences postérieures de M. Thomsen [3] et de MM. Schuller et Wartha ne changent pas sensiblement cette moyenne.

---

(1) D'après Favre et Silbermann, 67,3; Andrews, 68,1. M. Thomsen a annoncé depuis : 66,8, sans aucun détail; ce nombre est trop faible de 2,2 pour 100. Tous ces expérimentateurs ont opéré sur un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène, et non sur l'oxyde de carbone pur, que personne n'avait réussi à brûler avant mes expériences.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 360 (1865).

(3) M. Thomsen a donné 68,3, nombre un peu inférieur à ceux des autres expérimentateurs. L'importance que l'on attache à juste titre aux mesures de M. Thomsen m'engage à entrer dans quelques développements sur l'origine de cette divergence. En effet, l'écart me paraît attribuable, en partie aux erreurs commises de part et d'autre, en partie à l'emploi d'une méthode de compensation, fort analogue à celle de Rumford, pour corriger les pertes du refroidissement, laquelle n'est pas conforme aux usages actuels des physiciens.

» Non seulement les deux périodes répondant aux excès thermiques de signe contraire

» 3. *Cyanogène.* -- J'ai donné dans le présent Volume (p. 781) la chaleur de combustion de ce gaz, par détonation : soit + 261,8 pour $C^4Az^2 = 52^{gr}$. Par combustion ordinaire, j'avais trouvé + 263,2. La moyenne, + 262,5, s'applique également à la combustion à volume constant et à la combustion à pression constante. On en déduit

$$C^4(\text{diamant}) + Az^2 = C^4Az^2, \text{ absorbe : } -74,5.$$

4. *Formène :* C^2H^4. — Trois détonations ont donné, en tenant compte de la portion d'eau qui conserve l'état gazeux dans le récipient, pour $C^2H^4 = 16^{gr}$: 213,2; 214,3; 210,7; moyenne, 212,4 à volume constant, ce qui fait 213,5 à pression constante. Le poids du gaz brûlé a été conclu du poids de l'acide carbonique formé, mode d'évaluation qui s'applique également à tous les gaz suivants. Les mesures antérieures de Dulong

---

ne sont pas identiques, dans plusieurs des exemples cités par M. Thomsen, mais l'écart est d'autant plus réel que les chiffres publiés par cet auteur, comme les températures initiales et surtout finales de ses observations, ne résultent pas de lectures directes; car ils sont obtenus par un certain calcul de moyennes. En raison de cette manière un peu fictive d'enregistrer les résultats, la grandeur vraie de la correction due au refroidissement demeure inconnue.

Cette correction existe cependant au fond dans ce mode d'opérer, aussi bien que dans les autres ; mais sa valeur et son existence même y sont dissimulées par le procédé opératoire. Au lieu de masquer ainsi les corrections, je pense qu'il est préférable de les mettre en évidence. La chose est d'autant plus nécessaire que la loi théorique du refroidissement, sur laquelle s'appuient et la méthode de Rumford et celle de M. Thomsen, n'est pas conforme en général à la loi réelle du refroidissement des calorimètres. Ces deux méthodes supposent en effet que le refroidissement dépend uniquement de l'excès de température du calorimètre sur celle d'un thermomètre placé dans l'air au voisinage. Or les physiciens ont reconnu depuis longtemps que cette hypothèse ne représente pas le refroidissement véritable : celui-ci dépendant aussi de diverses conditions plus complexes, et susceptibles même de changer le signe du refroidissement calculé d'après la première hypothèse (voir, entre autres, les expériences publiées dans mon *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 199 à 205). C'est pourquoi M. Regnault, M. Pfaundler, M. de Marignac et moi-même, pour ne pas citer d'autres noms, nous avons remplacé ce procédé inexact de correction par d'autres, plus modernes et plus corrects, que les physiciens ont généralement adoptés (p. 207 à 210).

Si je donne ces renseignements, c'est afin de montrer l'origine des petites différences qui existent entre les chiffres des divers expérimentateurs, spécialement dans les déterminations ordinaires des chaleurs de combustion, expériences toujours assez longues. Dans les expériences de courte durée, les corrections étant insensibles, cette cause de divergence n'apparaît pas. La combustion par détonation est si rapide, qu'elle supprime aussi à peu près complètement ce genre de corrections : de même qu'elle supprime la correction due à la combustion incomplète des gaz hydrocarbonés, correction douteuse, et cependant inévitable dans les combustions ordinaires. Ce sont là de grands avantages du nouveau procédé.

avaient donné : 211,0; Favre et Silbermann : 209,0; Andrews : 209,8. L'écart entre ces nombres ne surpasse pas les erreurs d'expérience. Toutefois je regarde mon chiffre comme préférable, parce qu'il ne comporte aucune correction relative au caractère toujours incomplet des combustions ordinaires, et aussi parce que la mesure calorimétrique ne dure pas plus de trois minutes.

5. *Méthyle ou hydrure d'éthylène* : $(C^2H^3)^2$ ou C^4H^6. — La chaleur de combustion de ce gaz n'avait pas été mesurée jusqu'ici. Je l'ai préparé par l'électrolyse des acétates, suivant le procédé de M. Kolbe. J'ai trouvé par détonation, sur un échantillon dont la composition avait été vérifiée par des analyses spéciales : 384,6; 388,7; 389,7; en moyenne, 387,4 à volume constant, et 388,8 à pression constante, pour $C^4H^6 = 30^{gr}$.

6. *Éthylène* (diméthylène) : $(C^2H^2)^2$ ou $C^4H^4 = 28^{gr}$. — Quatre détonations ont donné 341,0; 341,4; 337,0; 341,9 : moyenne, 340,3 à volume constant; ce qui fait 341,4 à pression constante. Par la combustion ordinaire, Dulong avait trouvé 336,8; Favre et Silbermann, 332,0; Andrews, 334,4; Thomsen, 334,8; moi-même, 334,5; tous nombres moins exacts pour les motifs exposés plus haut ([1]).

7. *Acétylène* (protohydrure de carbone) : $(C^2H)^2$ ou $C^4H^2 = 26^{gr}$. — Deux détonations ont fourni 318,7 et 311,0 : moyenne 314,9 à volume constant; ce qui fait 315,7 à pression constante. J'avais trouvé antérieurement, par combustion ordinaire, 317,5; par voie humide, 321 ([2]). Ces nombres montrent les limites d'erreur. J'adopterai la moyenne : 318,1.

8. *Éther méthylique* (oxyde de méthyle) $(C^2H^3O)^2$ ou $C^4H^2(C^2H^4O^2 = 46^{gr}$. — Sa chaleur de combustion n'avait pas été mesurée. Trois détonations

---

([1]) Les expériences de M. Thomsen conduisent même à un nombre voisin de 340, si l'on écarte la correction suivante qu'il a cru devoir faire. Il a supposé que l'éthylène, préparé au moyen de l'alcool et de l'acide sulfurique, renfermait un huitième de formène (*Poggendorff's Annalen*, CXLVII, p. 386). Or, on sait que ce gaz est entièrement absorbable (à 1 pour 100 près), par le brome et par l'acide sulfurique concentré, ce qui en exclut le formène. L'excès d'hydrogène trouvé par M. Thomsen dans ses analyses, et qu'il a traduit par l'existence du formène, me paraît dû en partie à une combustion incomplète, en partie à la présence de la vapeur d'eau et de la vapeur d'éther. C'est en tenant compte de cette dernière que l'on arrive à 340.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 165; et t. XIII, p. 14. M. Thomsen a trouvé de son côté, par combustion ordinaire, + 311, chiffre un peu faible. Il admet d'ailleurs, dans son acétylène, la présence de 4 centièmes d'éthylène, gaz qui ne se rencontre pas dans l'acétylène préparé au moyen de l'acétylure cuivreux. L'excès d'hydrogène, base de son calcul, doit provenir d'une dessiccation imparfaite des gaz.

ont fourni 343,4; 340,0; 345,8; en moyenne, 343,1 à volume constant: ce qui fait 344,2 à pression constante.

9. *Hydrure de propylène* : C^6H^8. — Sa chaleur de combustion était inconnue. J'ai opéré sur deux échantillons distincts de ce gaz : l'un préparé en 1867, à l'époque où je l'ai découvert, et conservé depuis lors, avait été obtenu (1) dans la réaction de l'acide iodhydrique concentré sur l'éther cyanhydrique, $C^4H^4(C^2HAz)$, puis séparé de l'hydrogène formé simultanément par l'action de l'alcool absolu, dont je l'avais isolé ensuite de nouveau (2). Il renfermait, d'après l'analyse, 97 pour 100 en volumes d'hydrure C^6H^8, 2 pour 100 d'hydrogène et 1 pour 100 d'azote. Sa combustion a fourni (hydrogène déduit) : 556,0 à volume constant.

» L'autre échantillon a été préparé ces jours-ci par la réaction de l'acide iodhydrique concentré sur l'éther isopropyliodhydrique. Il renfermait sur 100 volumes : 48,1 C^6H^8 ; 50,0 H; 1,9 Az. L'existence de l'hydrure de propylène a été vérifiée en l'extrayant de ce mélange par l'alcool, comme plus haut, le séparant du dissolvant et le soumettant à l'analyse eudiométrique. La détermination de la chaleur de combustion a été faite sur le mélange primitif, qui contenait à peu près moitié d'hydrogène. La chaleur de combustion de ce dernier étant déduite, j'ai trouvé pour l'hydrure de propylène : 547,8 à volume constant. Je prendrai la moyenne des deux chiffres observés avec ces deux échantillons, soit 551,9 à volume constant, et 553,5 à pression constante.

» Je dois dire ici que les expériences faites avec l'hydrure de propylène sont moins régulières qu'avec les autres gaz, et que j'ai dû écarter plusieurs combustions incomplètes, dues probablement à un commencement de liquéfaction du gaz dans les conditions des expériences.

» 10. *Propylène* (triméthylène) : $(C^2H^2)^3$ ou C^6H^6. — Sa chaleur de combustion était inconnue. Trois détonations ont donné : 509,1 ; 510,0 ; 498,6; soit en moyenne 505,9 à volume constant. D'où l'on conclut : 507,3 à pression constante, pour $C^6H^6 = 42^{gr}$.

» 11. *Allylène* : C^6H^4. — Sa chaleur de combustion était inconnue. J'ai opéré sur le gaz dérivé de l'acétone chlorhydrique, C^6H^5Cl. Cinq détonations ont fourni : 473,1 ; 459,7 ; 458,3; 473,2; 462,7; moyenne, 465,4 à volume constant; ce qui fait : 466,5 à pression constante. Les détonations des gaz très condensés, tels que les trois composés propyliques, fournissent des chiffres moins réguliers que celles des gaz plus légers.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XX, p. 480.

(2) *Ibid.*, p. 435.

» 12. Tels sont les résultats observés; je vais en résumer le tableau, pour en tirer quelques conséquences.

Gaz.	Formules.	Chaleur de combustion à pression constante.	Chaleur de formation depuis les éléments. Carbone diamant.	Carbone amorphe d'origine organique.
Hydrogène	H^2.	69,0		
Oxyde de carbone....	C^2O^2.	68,3	+ 25,7	+ 28,7
Cyanogène..........	$(C^2Az)^2$ ou C^4Az^2.	262,5	− 74,5	− 68,5
Formène	C^2H^4.	213,5	+ 18,5	+ 21,5
Méthyle............	$(C^2H^3)^2$ ou C^4H^6.	388,8	+ 6,5	+ 12,5
Éthylène	$(C^2H^2)^2$ ou C^4H^4.	341,4	− 15,4	− 9,4
Acétylène	$(C^2H)^2$ ou C^4H^2.	318,1	− 60,4	− 54,4
Éther méthylique	$(C^2H^3O)^2$.	344,2	+ 50,8	+ 56,8
Hydrure de propylène.	C^6H^8	553,5	+ 4,5	+ 13,5
Propylène..........	$(C^2H^2)^3$ ou C^6H^6.	507,3	− 18,3	− 9,3
Allylène...........	C^6H^4	466,5	− 46,5	− 37,5

» 1° Ces nombres montrent d'abord que la chaleur de combustion d'un carbure d'hydrogène n'est jamais égale à celle de ses éléments. Elle est moindre pour les carbures saturés ou forméniques $C^{2n}H^{2n+2}$, l'écart étant plus grand d'ailleurs pour le formène que pour ses homologues plus élevés : c'est-à-dire que la chaleur dégagée par la formation du formène depuis les éléments est la plus grande, caractère qui s'accorde avec sa stabilité relative. Pour les hydrures de propylène et d'éthylène, l'écart est à peu près le même; et si le chiffre demeure constant pour les homologues plus élevés, on pourrait admettre, sans sortir des limites d'erreur des expériences, que leur chaleur de combustion se confond avec la somme de celle du carbone (diamant) et de l'hydrogène qui les forment.

» 2° La chaleur de formation des autres carbures est négative, l'écart s'accroissant à mesure que le carbure est moins hydrogéné. En d'autres termes, l'acétylène joue le rôle d'un radical, par rapport à l'éthylène et au méthyle, et la même relation existe entre l'allylène, le propylène et l'hydrure de propylène. J'ai insisté ailleurs sur ce caractère général de l'acétylène, qui se traduit de la façon la plus nette dans toutes ses réactions. Le cyanogène offre le même caractère.

» 3° La fixation de H^2 sur l'acétylène dégage + 45; sur l'allylène + 28,2, le caractère propre de la série homologue étant plus accentué dans son premier terme, conformément à ce qui a été dit pour le formène.

» 4° La fixation de H^2 sur l'éthylène dégage + 21,9; sur le propylène + 22,8 : c'est à peu près le même chiffre.

» 5° Entre deux homologues consécutifs, les écarts des chaleurs de combustion sont : dans la série forménique, 175,3 et 164,7; dans la série éthylénique, 165,9; dans la série acétylénique, 148,4 : la combustion de C^2 (diamant) + H^2 étant 163. Il est probable que cette dernière valeur se retrouverait de plus en plus vérifiée, à mesure qu'on s'élèverait dans les séries.

» 6° Les deux gaz dont la composition est la même avec des condensations inégales, l'éthylène et le propylène, sont formés, depuis les éléments, avec des absorptions de chaleur très voisines.

» C'est ici le lieu de faire observer que le calcul des chaleurs de formation des composés organiques au moyen des chaleurs de combustion est irréprochable en principe, mais qu'il ne doit être employé qu'avec des réserves croissantes, à mesure que la chaleur de combustion rapportée au poids moléculaire devient plus considérable. En effet, les petites différences tendent de plus en plus à se confondre avec les erreurs d'expérience, qui peuvent s'élever à 1 centième ou plus. Par exemple, on ne doit rien conclure d'une différence voisine de 3 à 4 unités dans la série éthylique, de 5 à 6 unités dans la série propylique, de 8 à 10 unités dans la série amylique, etc. Cette remarque doit toujours être présente à l'esprit, lors des déductions tirées des chaleurs de combustion. Aussi est-il préférable, dans l'étude thermique des réactions organiques, de les effectuer par voie de transformations directes au sein du calorimètre.

» 7° On pourrait discuter ici la chaleur de formation des alcools au moyen des carbures, ainsi que celle de l'éther méthylique; mais je préfère réserver ce sujet pour l'époque prochaine où j'exposerai les chaleurs de combustion des gaz chlorés, sulfurés, azotés, etc. J'observerai seulement aujourd'hui que la chaleur de combustion de l'éther méthylique est fort voisine de celle de l'éthylène, dont il diffère par les éléments de l'eau. »

ASTRONOMIE. — *Sur les idées cosmogoniques de Kant, à propos d'une réclamation de priorité de M. Schlötel.* Note de M. FAYE.

« M. Schlötel, de Würzbourg, écrit à l'Académie :

« Je ne suis pas assez familiarisé avec l'historique des Sciences mathématiques et physiques pour pouvoir personnellement donner de la valeur à mes réclamations de priorité contre des reproductions de mes idées, et il me serait en ce moment difficile de songer à compléter cette partie de mon instruction; mais il est un fait, c'est que M. Faye ne peut

revendiquer comme sa découverte de l'an 1880 les idées qu'un dilettante avait, dès l'année 1871, laissé tomber de sa plume. La réclamation de priorité ne se rapporte qu'à la seconde partie du Mémoire de M. Faye, à commencer par la page 569 ([1]). Elle est fondée sur une petite brochure de 40 pages, intitulée : *Sur l'origine du monde d'après le Dr Cornelius, tragi-comédie d'un concours académique.*

» Dans cette brochure, en effet, il est dit, à la page 12, avec une intention de blâme : « une rotation pourrait aussi s'établir par la même cause (mouvement dans un milieu ré-» sistant), et c'est là ce qu'il n'a pas remarqué ». M. Faye se prononce d'une manière analogue page 598, en disant qu'un anneau de Saturne constitué de particules discrètes devrait avoir une rotation inverse de celle que nous observons. Il ne tient pas compte de la division de l'anneau que notre philosophe Kant avait prédite.

» Page 14, sur la concordance remarquable des orbites de toutes les planètes, je dis : « La faible excentricité s'explique aussi dans la supposition d'un milieu résistant; seule-» ment, dans ce cas, Mercure devrait avoir la plus petite excentricité et non la plus grande. » La faible inclinaison des orbites s'expliquerait déjà par les perturbations mutuelles des » planètes ou bien en tous cas par les perturbations de longue durée produites par les » étoiles fixes. Les très faibles inclinaisons des planètes extérieures concorderaient particu-» lièrement avec cette manière de voir. On pourrait aussi les expliquer par le milieu résis-» tant en attribuant à chacune de ses particules des mouvements originaux qui auraient pu » faire naître une rotation commune de tout le milieu, rotation qui se serait développée » après maintes perturbations et états intermédiaires. Alors les planètes qui étaient par-» venues dans ce milieu animé d'un mouvement de rotation durent inévitablement appro-» prier de plus en plus leurs orbites à la rotation commune, tandis que leur propre rotation » fut à peine influencée. D'ailleurs, ces considérations ne peuvent suffire à expliquer tous » les phénomènes connus, par exemple la conformité de la rotation de toutes les pla-» nètes. »

» Ensuite, six lignes plus loin : « Cette théorie ne fait aucune supposition inadmissible ; » les faits qu'elle contient sont en partie indubitables; elle explique presque tout, si toute-» fois elle explique quelque chose. Mais il semble que l'accélération du mouvement de ro-» tation, provenant de la contraction du globe gazeux, suffit seulement à compenser la » diminution du volume quant à son influence sur la force tangentielle, et qu'elle est inca-» pable de faire équilibre, même approximativement, à l'augmentation de la force centrale » qui résulte également de la concentration. De même l'aplatissement de la sphère gazeuse, » résultant de l'accélération de la rotation, augmente la force centrale sans affecter la force » tangentielle, surtout si ce globe est composé de particules ténues, solides, ou fluides. » Cela est, je crois, concordant avec la nouvelle théorie de M. Faye. »

» M. Schlötel cite encore deux brochures de lui : l'une de 1874, contre l'Académie des Sciences de Berlin et contre son éminent secrétaire; l'autre, de l'an dernier, intitulée *Nobilingschrift,* qui doit être parvenue, assure-t-il, à l'une des Sections de l'Institut. Il termine en disant :

([1]) Il s'agit de ma Note du 15 mars.

« J'ai présenté cet ensemble de Notes pour éviter à vos astronomes le chagrin de reproduire de vieilles théories et observations d'un dilettante. Si les académiciens français, pareils à leurs confrères allemands, font la sourde oreille à tout ce qui vient de moi, le droit n'en sera pas moins de mon côté (*so soll mir auch das Recht sein*). J'attends seulement que, si je vous prends sur mes brisées, la faute soit publiquement et honnêtement reconnue. »

» Je crois bien voir que M. Schlötel, dans sa brochure de 1871, s'est inspiré des idées de Kant et d'Herschel que l'on comprend ordinairement sous le nom anglais de *nebular hypothesis,* idées qui ont assurément un point de départ commun avec celles que j'ai exposées dernièrement à l'Académie (ce que je n'ai pas omis de faire remarquer), mais il m'est impossible de reconnaître la moindre analogie entre les citations de M. Schlötel et les idées qui me sont propres. L'auteur allemand me suppose même, en plusieurs endroits, des opinions dont je n'ai pas besoin de prouver que je suis fort éloigné.

» En présentant à l'Académie la critique de l'hypothèse de Laplace et en cherchant à la corriger, je ne pouvais prétendre à faire l'historique de cette grande question ; je me suis borné à rappeler sommairement les idées et les découvertes d'Herschel. Si j'avais eu plus de temps ou de place, j'aurais fait mention de l'essai cosmogonique de Kant, qui, malgré des erreurs manifestes, n'en est pas moins, après Descartes, l'initiateur par excellence de la *nebular hypothesis*. La Lettre de M. Schlötel, en rappelant le nom de son illustre compatriote, est pour moi une occasion de combler cette lacune. Je le fais avec d'autant plus de plaisir que les idées de Kant sur la Cosmogonie sont beaucoup moins connues en France que ses grands travaux de Philosophie pure.

» Le début de Kant est identiquement le même que celui de Laplace ; mais Kant reporte à Descartes la conception première d'un univers formé sous l'empire des lois mécaniques, ainsi que le faisait dernièrement encore avec tant de raison M. Daubrée, dans une Notice savante consacrée tout entière à remettre en lumière les idées cartésiennes sur la Cosmologie et la Géologie. Voici la traduction ou plutôt la paraphrase d'un article de son Opuscule intitulé : *La seule base possible d'une démonstration de l'existence de Dieu*. Ne pas oublier que cet écrit de Kant date de cent vingt ans (1763).

» Le spectacle des planètes circulant toutes dans le même sens autour du Soleil, précisément dans le sens où le Soleil tourne lui-même sur son axe, et presque dans le plan de cette rotation, a depuis longtemps con-

vaincu les investigateurs que le système solaire tout entier devait avoir une origine mécanique. Les Cartésiens ont expliqué cette origine par la doctrine des tourbillons, doctrine qui a survécu longtemps aux coups décisifs que Newton lui a portés. Nous savons aujourd'hui que les tourbillons moteurs des planètes ne se trouvent nulle part dans le ciel, et que même les queues des comètes se meuvent à travers leurs gyrations prétendues, sans en être troublées le moins du monde.

» Il faut avouer pourtant que, du moment où l'espace est vide de toute matière sensible, on ne voit plus comment on pourrait assigner une origine mécanique au mouvement commun des planètes autour du Soleil, à moins d'admettre que Dieu est intervenu et qu'il les a lancées dans l'espace, juste dans la direction et avec la vitesse nécessaires pour leur faire décrire leurs cercles actuels autour du Soleil ([1]). Mais ce serait là une excursion par trop forte hors du cadre de la Science. En réalité, il n'y a qu'un moyen de sauver l'idée d'une origine mécanique : c'est d'admettre que l'espace planétaire où règne aujourd'hui le vide a été autrefois rempli de matière, de manière à produire, dans la sphère d'action du Soleil, un mouvement commun autour de lui. Car, comme ces corps et le Soleil lui-même ont dû se former aux dépens de cette matière éparse, leurs mouvements actuels ne peuvent résulter que de ceux dont ils étaient animés à l'état de diffusion.

» Supposons donc que, dans l'espace occupé par ces matériaux, il se soit trouvé quelque centre d'attraction prédominante ; c'est là que se sera formé plus tard le Soleil. De là aussi une tendance générale de toutes les particules vers cette région, où la masse accumulée aura toujours été en augmentant. Mais, bien qu'au commencement chaque région présentât un mélange de matériaux de toute densité, on comprend que les parties les plus lourdes ont seules pu se frayer à travers ce chaos un chemin plus ou moins facile vers le centre d'attraction. Or les résistances éprouvées ne purent jamais être assez égales, assez symétriques, pour qu'il ne se produisît pas, dans la chute de tant de particules, une déviation

---

([1]) Les Newtoniens ont même calculé à quelle distance du centre de chaque planète a dû passer l'impulsion première pour produire leurs doubles mouvements de rotation et de circulation. De cette hypothèse cosmogonique d'un moment est restée, chez les lettrés, l'idée qu'exprime Lamartine dans ces vers :

Et d'un pied dédaigneux la lançant dans l'espace (la Terre)
Rentra dans son repos.

quelconque dans un certain sens. Et même ici je retrouve cette loi de la nature d'après laquelle les mouvement gênés par des chocs, des obstacles, des frottements de toute sorte, se déterminent finalement dans la direction de la moindre résistance. De cette tendance commune à beaucoup de parties, il a dû résulter des actions latérales dont la résultante a produit une circulation commune dans un sens déterminé. Et comme les particules qui ont formé le Soleil lui arrivaient avec ces mêmes déviations, cet astre a dû prendre lui-même une rotation conforme à la circulation générale.

» Il résulte d'ailleurs des lois de la gravitation que les molécules animées primitivement de vitesses quelconques ont dû traverser le plan de cette circulation génerale, c'est-à-dire celui qui est devenu plus tard l'équateur solaire. Dès lors elles ont dû s'accumuler dans le voisinage de ce plan, se pousser, se choquer les unes les autres jusqu'à ce qu'elles aient réussi à prendre la direction où elles n'exerçaient plus les unes sur les autres que la moindre action. Autrement dit, les seules particules qui aient pu se mouvoir sans éprouver des chocs ou des résistances incessantes furent celles qui possédaient juste la vitesse et la direction nécessaires au mouvement dans des cercles concentriques. Les autres, et ce fut le plus grand nombre, tombèrent avec une vitesse continuellement entravée vers le centre d'attraction prépondérante et y formèrent le Soleil.

» Je laisse au lecteur réfléchi le soin de développer l'accord que cette théorie présente avec plusieurs particularités remarquables du système solaire. Ainsi les agrégats formés dans les régions les plus éloignées du centre et surtout du plan fondamental du système, c'est-à-dire les comètes, n'ont pu acquérir la régularité des mouvements circulaires dont les planètes sont animées. Enfin, bien que l'espace planétaire ait été ainsi vidé de tous ses matériaux, il a pu se trouver des particules très légères venant également des régions les plus lointaines, et qui depuis se seront mues librement en cercle autour du Soleil, sans se réunir en globes planétaires : telle serait l'explication de la lumière zodiacale.

» Voilà, sauf une erreur capitale, de grandes idées, de nobles spéculations dont on est heureux de se rapprocher par quelque côté. Quel dommage que le grand philosophe de Kœnigsberg n'ait pas insisté sur la pensée suivante :

« Maintenant que la doctrine des tourbillons, cet instrument favori de tant de systèmes, a passé de la sphère des réalités dans le limbe Miltonien des chimères, il serait bien digne des efforts d'un philosophe de chercher positivement, sans recourir à des moyens de pure imagination, si la nature ne nous présente pas d'elle-même l'explication de ces impulsions

qui dirigèrent dans un même sens la circulation des planètes. Et cela suffirait, puisque tout le reste se déduit de la donnée de la gravitation. Du moins je peux dire que le plan de ma théorie ne s'écarte pas de la règle de l'unité, puisque les impulsions latérales elles-mêmes résultent de cette force naturelle. »

» Kant, en écrivant ces mots, sentait donc le point faible de son système qui ne pouvait aboutir qu'à un Soleil sans planètes. Il y manque, en effet, ce que le cartésianisme lui aurait donné, à savoir une gyration préalable dont les éléments subsistent aujourd'hui dans la circulation des planètes et dans la rotation de tous les corps. Il lui manque ce que Laplace a commencé par se donner, à savoir la rotation du Soleil, ou bien encore cette remarque qui me sert de point de départ, à savoir que, le centre de gravité de la nébuleuse primitive étant incontestablement animé d'une translation dans l'espace (vers la constellation d'Hercule actuellement), cette translation devait être accompagnée, dès l'origine, d'un mouvement de rotation ou de tourbillonnement général, dont le monde des nébuleuses nous offre effectivement plus d'un indice. On verrait bien mieux les défauts de ce système cosmogonique si je citais ici ce que Kant imagine pour expliquer les anneaux de Saturne et aboutir à assigner trop hardiment à cette planète une rotation de $5^h 40^m$, alors qu'Herschel devait, peu d'années après, obtenir, par ses mesures, une durée de $10^h 29^m 17^s$. Il n'en est pas moins vrai que le début de son hypothèse cosmogonique a été pleinement vérifié par les brillantes découvertes d'Herschel sur les nébuleuses, et par tout ce que nous savons aujourd'hui de ces amas de matériaux diffus. Ce début est désormais le seul acceptable; il se substitue forcément à l'idée de Laplace, et, si l'on veut aller plus loin et comparer plus d'un passage de Kant à ce que nous pouvons faire aujourd'hui, on rencontre des traits de ressemblance dont on a droit d'être fier. Quant à la réclamation de M. Schlötel, s'il était vrai qu'il se trouvât de pareilles analogies entre nos travaux et ce que l'auteur nomme lui-même des fantaisies tombées du bout de sa plume, il n'y aurait pas lieu sans doute d'éprouver le même sentiment. Si elles existaient pourtant, ce dont on ne se douterait guère d'après les extraits qu'il nous adresse, on n'hésiterait pas à le reconnaître; mais il faudrait pour cela qu'au lieu de nous envoyer des passages qu'on est porté à juger très défavorablement, peut-être parce qu'ils sont tronqués, l'auteur eût mis sous les yeux de l'Académie la tragi-comédie elle-même du docteur Cornélius. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, qui remplira, dans la Section de Mécanique, la place laissée vacante par le décès de M. le général *Morin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Bresse	obtient	32 suffrages
M. Maurice Levy	»	22 »
M. Boussinesq	»	2 »

M. **Bresse**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide citrique*. Note de MM. **E. Grimaux** et **P. Adam**.

« L'acide citrique est un acide-alcool tribasique et tétratomique; ses relations avec l'acide aconitique et l'acide tricarballylique, sa transformation en acétone par oxydation ont permis d'établir sa constitution et de déterminer les places relatives des éléments dans la molécule.

» On arrive ainsi à la formule suivante,

$$\begin{array}{l} CH^2-CO^2H \\ \mid \diagup OH \\ C \\ \mid \diagdown CO^2H \\ CH^2-CO^2H, \end{array}$$

formule qui a été déjà proposée par M. G. Salet en 1868. En la prenant pour point de départ de nos recherches synthétiques, nous en prouvons l'exactitude par le succès de nos tentatives.

» En considérant cette formule, on voit que l'acide citrique se rattache à l'acétone ou plutôt à l'alcool isopropylique; on peut le représenter comme dérivant de 1^{mol} d'alcool isopropylique, dont 3^{at} d'hydrogène sont remplacés par le groupe CO^2H, résidu de l'acide formique CH^2O^2, et qui caractérise les acides organiques, comme l'a montré Gerhardt.

» On peut encore rapprocher l'acide citrique de l'acide acétonique ou oxy-isobutyrique $C^4H^8O^3$, que Stædeler a obtenu par l'action de l'acide cyanhydrique et de l'acide chlorhydrique sur l'acétone.

» L'acide acétonique étant

$$C^4H^8O^3 = \begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ C \left\langle \begin{array}{l} OH \\ CO^2H \end{array} \right. \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

et l'acide citrique

$$C^6H^8O^7 = \begin{array}{l} CH^2-CO^2H, \\ | \\ C \left\langle \begin{array}{l} OH \\ CO^2H \end{array} \right. \\ | \\ CH^2-CO^2H \end{array}$$

on voit qu'il suffirait d'introduire dans l'acide acétonique deux groupes CO^2H pour obtenir l'acide citrique. On y arriverait évidemment en partant de l'acide acétonique bichloré

$$\begin{array}{l} CH^2Cl \\ | \\ C \left\langle \begin{array}{l} OH \\ CO^2H \end{array} \right. \\ | \\ CH^2Cl \end{array}$$

dans lequel 2^{at} de chlore remplaceraient chacun 1^{at} d'hydrogène des groupes CH^3; il n'y aurait qu'à remplacer ensuite ces 2^{at} de chlore par le cyanogène, puis à saponifier ce cyanure par les acides ou les alcalis, suivant la méthode bien connue indiquée en 1847 par MM. Dumas, Malaguti et Le Blanc, et que M. Simpson a appliquée à l'obtention des acides polyatomiques.

» Comme on ne saurait penser à obtenir directement le dérivé bichloré de l'acide acétonique, qui s'oxyde sous l'influence du chlore ainsi que tous les acides-alcools, nous avons dû chercher un moyen détourné pour préparer ce dérivé, en traitant l'acétone dichlorée elle-même par l'acide cyanhydrique et l'acide chlorhydrique.

» Mais il existe deux acétones dichlorées isomères, l'une provenant de l'action du chlore sur l'acétone, l'autre formée par l'oxydation de l'éther dichlorhydrique de la glycérine. Dans la première, les 2^{at} de chlore sont substitués à l'hydrogène du même groupe méthyle; dans l'autre, les atomes de chlore sont fixés à des atomes de carbone différents. La constitution de l'acide citrique nous montrait qu'il fallait prendre cette dichloracétone symétrique pour point de départ.

» Ces vues théoriques, qui ont précédé toute tentative expérimentale, ont été absolument confirmées; les faits se sont passés comme ils étaient prévus, et rien n'est venu donner un démenti à ces inductions. Voici comment nous avons opéré.

» La dichlorhydrine a été préparée au moyen de la glycérine et du chlorure de soufre, puis oxydée par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique. La dichloracétone symétrique a été purifiée par combinaison avec le bisulfite de sodium, puis chauffée au bain-marie avec de l'acide cyanhydrique concentré. La cyanodichloracétone, qui est un corps cristallisable, n'a pas été isolée, mais a été traitée par l'acide chlorhydrique. Après réaction, on distille dans le vide, on épuise par l'éther; l'éther laisse, après évaporation, un sirop épais qui se prend après quelques jours en une masse de cristaux d'acide dichloracétonique

$$C^4H^6Cl^2O^3 = \begin{array}{c} CH^2Cl \\ | \\ C \begin{array}{l} \diagup OH \\ \diagdown CO^2H \end{array} \\ | \\ CH^2Cl \end{array}$$

en lames transparentes, fusibles à 90°-92°, très solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, ne distillant pas sans décomposition, mais se sublimant par une douce chaleur sous la forme de lamelles entrelacées.

» L'acide dichloracétonique est alors saturé par du carbonate de soude et chauffé avec 2^{mol} de cyanure de potassium en solution concentrée. La liqueur renferme du dicyanacétonate de soude, dont on peut extraire l'acide dicyanacétonique; mais, pour le transformer en acide citrique, nous n'avons pas jugé nécessaire de l'isoler. On a saturé la liqueur d'acide chlorhydrique gazeux, chauffé au bain-marie pendant quinze heures, puis on a distillé dans le vide, et l'on a extrait l'acide citrique du résidu en le traitant avec précaution par un lait de chaux.

» Ce sel de chaux, insoluble, a été ensuite décomposé par l'acide sulfurique, et la solution, concentrée dans le vide, a été abandonnée à l'évaporation spontanée.

» Après deux à trois jours, il se sépare des cristaux que les caractères suivants identifient avec l'acide citrique. Ils sont durs, d'une saveur acide caractéristique, très solubles dans l'eau, moins solubles dans l'alcool, faiblement solubles dans l'éther; ils perdent, à 100°, 8,6 pour 100 d'eau : la formule $C^6H^8O^7, 2H^2O$ exige une perte de 8,5 pour 100. Séchés à 100°, ils donnent à l'analyse les chiffres de carbone et d'hydrogène exigés par la

théorie. Ils présentent au microscope les mêmes formes que l'acide citrique; mais les petites quantités que nous en avons eues jusqu'à présent ne nous ont fourni que des cristaux maclés, impropres à des déterminations cristallographiques. Ils fondent à 146°-147° comme l'acide citrique du citron, avec lequel nous l'avons comparé.

» Les propriétés du sel de chaux sont également caractéristiques : par l'addition d'eau de chaux en excès, l'acide ne donne aucun trouble à froid, mais se trouble à l'ébullition en déposant un précipité floconneux qui se redissout par le refroidissement; dissous dans un acide, puis additionné d'ammoniaque, ce précipité se forme de nouveau par l'ébullition, mais à l'état cristallin; enfin, comme l'acide citrique, il précipite l'acétate de cuivre à l'ébullition, et, quand ses solutions sont très étendues, le précipité de citrate cuivrique disparaît rapidement par le refroidissement.

» Tous ces caractères ne laissent aucun doute sur la nature de notre acide synthétique; malgré la complexité de sa molécule, l'acide citrique, le seul des acides végétaux qui avait échappé jusqu'ici à la synthèse, a pu être reproduit artificiellement, grâce à la connaissance exacte de sa constitution, donnée par les recherches analytiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les matières albuminoïdes du cristallin, au point de vue de la non-identité de celles qui sont solubles, avec l'albumine du blanc d'œuf et du sérum.* Mémoire de M. **A. Béchamp.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Milne Edwards, Peligot, Fremy, Cahours.)

« Le sujet du travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est un des plus controversés. La matière albumineuse, soluble dans l'eau, que le cristallin du bœuf contient, est-elle spéciale, distincte de l'albumine du sérum sanguin, de celle du blanc d'œuf, de la globuline et de la caséine; ou bien faut-il l'identifier avec quelqu'une de ces substances en les supposant elles-mêmes différentes, ce qui est contesté? Cette matière est-elle unique, ou bien, comme quelques auteurs l'admettent, le cristallin contient-il deux matières albuminoïdes solubles différentes et suffisamment

caractérisées? Enfin, la matière insoluble dont les fibres cristalliniennes sont formées est-elle particulière et est-elle de nature albuminoïde?

» Selon Berzélius, qui le premier a fait l'analyse du cristallin, la matière soluble est unique; elle est coagulable par la chaleur et identique à la matière également coagulable du globule sanguin, supposée incolore et exempte de fer. De là les noms de *cristalline* et de *globuline* indifféremment donnés à la matière qui m'occupe.

» La même substance a été étudiée en tant qu'homogène et analysée, sous le nom de *cristalline*, par MM. Malder, Rüsing et Lehmann.

» M. Fr. Simon, qui avait cru la globuline semblable à la caséine, a reconnu deux substances dans la cristalline de Berzélius : à l'une il conserva le même nom; l'autre a été supposée être de l'albumine.

» Selon M. Alex. Schmidt, la partie soluble du cristallin contient une matière précipitable par l'acide carbonique, mais qui se redissout quand on expulse ce gaz par un autre gaz inerte; l'autre est simplement coagulable.

» MM. Fremy et Valenciennes ont nettement distingué deux matières solubles dans le cristallin de bœuf; elles sont inégalement coagulables. L'une a été nommée *métalbumine,* l'autre rapprochée de l'albumine, mais non confondue avec elle. Les mêmes auteurs ont reconnu que la matière insoluble des fibres cristalliniennes n'était pas identique avec la fibrine; mais l'analyse élémentaire la rapproche des substances albumineuses.

» Dans les recherches de MM. Brücke, Kühne et Panum, les choses paraissent beaucoup plus compliquées. Elles sont au contraire très simples dans celles de M. Lieberkühn. Selon cet auteur, la matière albuminoïde du cristallin qui est soluble n'est que de l'albuminate de potasse, ce qui la confond avec la caséine, qui ne serait pas autre chose, et avec l'albumine du sérum considérée comme albuminate de soude.

» Enfin, selon M. Vindschgau, il paraît bien y avoir des matières inégalement coagulables dans le cristallin; mais ce ne sont que des apparences, car, si l'on opère dans des circonstances identiques, l'albumine du sérum, celle du blanc d'œuf et celle du cristallin présentent les mêmes réactions et la même coagulabilité par la chaleur : toutes les différences s'effacent. L'opinion de M. Vindschgau prévaut, et l'on écrit que ce savant « a démontré l'identité de la globuline du cristallin et de l'albumine ».

» En résumé, pour la plupart des savants qui se sont occupés de la partie soluble du cristallin, rapprochements et distinctions reposent sur l'application d'une propriété contingente : la coagulabilité, qui dépend de conditions variées, et sur l'apparence ou la permanence du coagulum.

» La question que j'agite n'intéresse pas seulement l'histoire du cristallin; elle est plus haute, puisqu'elle touche au grave problème de l'unité substantielle des matières albuminoïdes.

» Le résultat des longues et minutieuses recherches auxquelles je me suis livré conduit : 1° à l'égard du cristallin, à admettre, dans sa partie soluble, deux matières albumineuses bien distinctes, et à nettement séparer, confirmant ainsi une ancienne observation de M. Fremy, la matière insoluble des fibres cristalliniennes de la fibrine; 2° à l'égard des matières albuminoïdes, à nier l'unité substantielle pour affirmer leur pluralité spécifique.

» Dans tout le cours de ces recherches, j'ai accordé une importance très secondaire au phénomène de la coagulation; mais j'ai donné une importance extrême à l'analyse immédiate et à la détermination des pouvoirs rotatoires, ne considérant comme pure une substance isolée que lorsque j'avais réussi à l'obtenir d'un pouvoir rotatoire constant. C'est le seul critérium de certitude que j'aie appliqué à des corps incristallisables.

» Les détails sont dans le Mémoire que j'ai l'honneur de déposer. Voici les noms, les propriétés et le pouvoir rotatoire des matières que j'ai isolées.

» La partie soluble contient :

» La *phacozymase.* — C'est une substance qui reste soluble dans l'eau après qu'elle a été précipitée par l'alcool. Sa solution, dans un certain état de concentration, commence à se coaguler vers 55° C. Elle fluidifie l'empois de fécule et peut arriver jusqu'à la transformation en dextrine et peut-être en glucose. Son pouvoir rotatoire est de $[\alpha]_j = 41^\circ$↖. Sa solution dans l'acide chlorhydrique fumant se colore en violet après qu'on l'a portée pendant quelques secondes à l'ébullition.

» La *cristalbumine.* — Elle devient insoluble dans l'eau lorsqu'elle a été précipitée par l'alcool, mais cette insolubilité ne se manifeste pas instantanément : au moment de la précipitation, si l'on ajoute de l'eau, elle se redissout. Son pouvoir rotatoire, en solution acétique, est $[\alpha]_j = 80^\circ,3$↖; en solution ammoniacale, il est $[\alpha]_j = 76^\circ,6$↖. Elle se colore en violet par l'acide chlorhydrique fumant, après ébullition.

» Il convient de noter que ces deux substances sont précipitées à l'état de combinaison plombique par l'extrait de Saturne et par l'extrait de Saturne ammoniacal, et que ces précipités, contrairement à ce qui arrive pour les albumines du blanc d'œuf et du sérum, ne sont pas décomposables par l'acide carbonique.

» Les deux pouvoirs d'inégales grandeurs que je viens de faire connaître

sont tels, que leur moyenne exprime sensiblement le pouvoir rotatoire de leur mélange dans la solution des parties solubles du cristallin. Cette solution, directement observée, a donné le pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = 47°,1$ ↖.

» Le pouvoir rotatoire des fibres cristalliniennes bien débarrassées de produits solubles par un lavage prolongé, en solution acétique, est $[\alpha]_j = 76°,3$ ↖. Mais c'est là le pouvoir d'un mélange. Si l'on dissout ces fibres dans l'acide chlorhydrique très étendu, la solution filtrée fournit par l'ammoniaque un précipité blanc mat. Ce précipité, en solution acétique, a pour pouvoir rotatoire $[\alpha]_j = 80°,2$ ↖, le même que celui de la cristalbumine. Je propose de nommer ce produit *cristalfibrinine*.

» La cristalfibrinine, dissoute dans l'acide chlorhydrique fumant, se colore difficilement et faiblement en violet, même après l'ébullition.

» N'est-il pas évident que, pour que l'on puisse identifier les matières albuminoïdes du cristallin avec les albumines du blanc d'œuf, du sang, du lait, la caséine, etc., il faut que toutes ces matières aient le même pouvoir rotatoire? Or, le Tableau suivant permet de se prononcer. Je mets en regard les pouvoirs rotatoires que j'ai obtenus pour les principales matières albuminoïdes et ceux des matières cristalliniennes qu'on a identifiées avec elles :

	$[\alpha]_j$.		$[\alpha]_j$.
	° ′		° ′
Albumine du blanc d'œuf.......	40.0 ↖	Matières solubles du cristallin (en totalité).................	47.1 ↖
» (en totalité).........	42.0 ↖	Cristalbumine................	80.3 ↖
Première albumine du blanc d'œuf.	33.1 ↖	Phacozymase............. ...	41.0 ↖
Deuxième albumine du blanc d'œuf.	53.6 ↖	Cristalfibrinine................	80.2 ↖
Troisième zymase du blanc d'œuf..	70.8 ↖		
Albumine du sérum............	62.0 ↖		
Caséine.....................	110.0 ↖		
Lactalbumine................	64.8 ↖		

VITICULTURE. — *Sur l'emploi des sables volcaniques dans le traitement des vignes attaquées par le Phylloxera*. Extrait d'une Lettre adressée par M. G. **Novi** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'ensablage tue mécaniquement le Phylloxera souterrain; mais, dans la plupart des cas, le sable des rivières ou des dunes ne possède pas de principes fertilisants; c'est pourquoi on y mêle des cendres, du guano, du

fumier de ferme, etc., en quantités considérables, ce qui augmente d'autant le prix de revient des 80^{lit} ou 100^{lit} de sable versés au pied de chaque cep.

» J'ai pensé à substituer aux sables stériles les sables des volcans, contenant jusqu'à 7 pour 100 de potasse et d'acide phosphorique. On augmente considérablement leur action fertilisante en les arrosant avec de l'urine. J'ai vu des ceps ainsi traités porter une quantité *triple* de grappes formées de grains beaucoup plus gros.

» D'après mes observations, les gaz qui se développent par la réaction de l'urine sur les terres volcaniques nuiraient considérablement à l'insecte; j'ai trouvé aussi qu'un mélange de *lapilli* (cendres, sables et boues qui ont enseveli Pompéi) était préférable à tout autre. Ces immenses couches naturelles de substances volcaniques, ces énormes amas de *lapilli* entassés par la main de l'homme pour arriver à continuer les fouilles dans cette ville morte, peuvent être livrés gratuitement par le Gouvernement italien et être embarqués tout près de Pompéi, sur le rivage même de la mer.

» On peut ajouter au mélange des huiles d'asphalte, de goudron, de résine et d'autres corps qui tuent l'insecte sans nuire à la vigne.

» Les expériences que j'ai faites depuis trente années sur les débris volcaniques animalisés m'inspirent la conviction qu'ils recèlent une grande fécondité et une singulière puissance d'effet comme moyen préventif et comme moyen répressif, quand ils sont mélangés avec des matières toxiques. »

M. **A. Werebrinson** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Sur les inégalités séculaires du grand axe des orbites planétaires, du troisième ordre par rapport aux masses. »

L'auteur rappelle que l'Académie avait proposé cette question pour sujet d'un prix à décerner en 1878, et que la question fut retirée du Concours, aucun Mémoire n'ayant été présenté.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **J.-A. Pennès** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'emploi d'un liquide antiseptique. Ce Mémoire est accompagné de divers documents et de pièces anatomiques et zoologiques.

(Commissaires : MM. Fremy, Bouley, Alph. Milne Edwards.)

M. **Gaugué** adresse la description et le plan d'un moteur à air comprimé.

(Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de M. Dupuy de Lôme.)

M. L. **Mauger** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

L'Académie reçoit, pour les divers Concours dont le terme est fixé au 1er juin, outre les Ouvrages imprimés mentionnés au Bulletin bibliographique, les pièces suivantes :

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES (Perfectionner en quelque point important la théorie des équations différentielles linéaires à une seule variable indépendante).

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Nihil optimum nisi mathesis et non est mortale quod opto ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Auxilio functionum abelianorum ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Per faciliora ad difficiliora deveniendum ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Nous sommes si malheureux que nous ne pouvons prendre plaisir, etc. ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « C'est ici un Livre de bonne foy, lecteur ».

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

M. F. **Fournier** : « Moyen de transmettre à distance la force produite par de la chaleur. Moyen d'utiliser la chaleur des milieux ambiants, etc. ».

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES (Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique).

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Frappez et l'on vous ouvrira ».

CONCOURS BRÉANT.

M. V. **Burq** : « Sur l'action du cuivre contre le choléra ». Brochures et pièces manuscrites.

L'auteur prie l'Académie d'admettre au Concours Bréant les Notes et Mémoires qu'il a communiqués sur la même question depuis 1850.

PRIX BORDIN (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

Anonyme. — Mémoire intitulé « Exposé d'un système de foyer fumivore pour usines et bateaux à vapeur et d'un nouveau système de chauffage pour locomotives, etc. ».

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Croire tout découvert, c'est une erreur profonde, etc. ».

PRIX BORDIN (SCIENCES PHYSIQUES).

M. **Gosselet.** — Une Brochure avec Atlas, intitulée « Esquisse géologique du nord de la France ». Cinq cahiers manuscrits intitulés « L'Ardenne et ses dépendances ». Six planches de coupes et une carte.

CONCOURS MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE).

M. **E. Ferray** : « De la bétulalbine, nouveau principe extrait du bouleau, etc. ». Mémoire et résumé.

M. **Boucheron** : « Du traitement du strabisme ».

M. **J. Rambosson** : « Propagation à distance des affections et des phénomènes nerveux expressifs ».

M. **Réal** : « Traitement de l'érysipèle ».

CONCOURS MONTYON (STATISTIQUE).

M. **A. Pamard** : « La mortalité dans ses rapports avec les phénomènes météorologiques dans l'arrondissement d'Avignon (1873-1877) ».

CONCOURS GAY.

M. **A. Chévremont** : « Les mouvements du sol sur les côtes occidentales de la France ».

M. **J. Girard** : « Étude sur les transformations littorales des côtes de France. »

CONCOURS DUSGATE.

M. **G. Le Bon** : « Recherches expérimentales sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations prématurées. »

CONCOURS BARBIER.

M. **E. Ferray** : « De la bétulalbine, nouveau principe extrait du bouleau; ses propriétés, son emploi, etc. » Mémoire et résumé.

MM. G. Le Bon et G. Noel : « Les variations fonctionnelles du système nerveux. Recherches expérimentales sur une nouvelle méthode d'étude de ces variations et sur son application à la Physiologie et à la Médecine ».

Anonyme : « Plusieurs pièces manuscrites et imprimées : « Sur les propriétés caustiques et locales du bromure de potassium. »

Anonyme : « Des eaux distillées ».

CONCOURS BOUDET.

M. A. Guérin : « De l'action des germes ou ferments sur la production de l'infection purulente et de l'infection putride. » Ce Mémoire est accompagné de quatre Notices imprimées.

M. Déclat : Mémoire avec Notes additionnelles.

CONCOURS GEGNER.

Anonyme : « Sur les principales opérations de l'Arithmétique ».

CONCOURS PLUMEY.

Anonyme : « Réflexions d'un observateur sur l'emploi de l'hélice dans la navigation maritime et fluviale, etc. ».

CONCOURS VAILLANT.

M. L. Godefroy : « Sur un avertisseur téléphonique. »

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe « Ce que nous connaissons est peu; l'inconnu, c'est tout ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces de la Correspondance, l'Ouvrage intitulé « La Phytographie, ou l'art de décrire les végétaux », par M. *Alph. de Candolle,* Associé étranger de l'Académie.

L'auteur, considérant que l'art de décrire est intimement lié à l'art d'observer, de comparer et de classer sous des noms réguliers les faits ou les phénomènes, s'attache à montrer combien l'importance des descriptions bien faites s'accroît avec le nombre des espèces qu'il s'agit de mettre en ordre. Un savant illustre, Cuvier, signalait l'Histoire naturelle comme ayant sa place marquée dans l'éducation de la jeunesse. « De même que la

Géométrie lui apprend la logique, disait-il, de même l'histoire des êtres organisés et leur classification naturelle lui apprennent la méthode. Il n'est pas rare de rencontrer dans le monde, ajoutait-il, des administrateurs qui font remonter à leurs études de Botanique et aux habitudes qu'ils en ont contractées la facilité avec laquelle ils rangent les pièces brouillées d'un dossier compliqué. » N'en était-il pas lui-même le plus éclatant exemple ?

M. de Candolle fait remarquer avec raison que ce n'est pas dans les études anatomiques ou physiologiques qu'il faut chercher cette initiation à la méthode, mais dans la détermination des espèces et dans leur classement par genres et groupes naturels. Cette remarque mérite l'attention particulière des personnes chargées de l'enseignement de la jeunesse.

M. Alph. de Candolle est appelé, par l'objet même de son Ouvrage, à traiter la question, toujours renaissante, de la formation des noms des genres et de ceux des espèces. Doivent-ils être significatifs sous peine de se convertir en longues phrases? Ne vaut-il pas mieux les choisir courts, sonores et insignifiants? Question que chaque génération et chaque science voient renaître, et dont la solution ne sera peut-être jamais la même au midi et au nord, quoique l'auteur ait opposé avec bonheur à la terminologie habituelle de la langue allemande, si riche en mots composés d'une longueur exagérée, la langue élégante et sobre de Linné et celle de l'auteur des *Métamorphoses des plantes*, Goëthe, qu'il offre en modèles à ses compatriotes.

L'art de décrire les végétaux repose sur l'observation directe de la nature et place au premier rang de ses ressources les herbiers, dont l'auteur fait ressortir avec une autorité incontestable le rôle prépondérant dans l'histoire du Règne végétal. Aussi s'est-il appliqué à faire connaître la collection publique ou privée dans laquelle se trouve chacun des herbiers renfermant des plantes authentiques et formés par des botanistes connus. Cette énumération, qui occupe près de deux cents pages de son Livre, constitue la mine d'informations la plus précieuse. Les ressources spéciales dont l'auteur est possesseur, et qui représentent près d'un siècle de travail non interrompu dans sa famille, pouvaient seules lui permettre de réunir ces indications, dont tout botaniste appréciera l'importance.

M. le Secrétaire perpétuel signale, en outre, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le second Volume de la deuxième édition du « Cours de Calcul différentiel et intégral » de M. *J.-A. Serret*.

2° Une brochure de M. *F. Le Blanc,* portant pour titre « Notice nécrologique de *Pierre-Antoine Favre* ».

ASTRONOMIE. — *Sur les réfractions de Bessel.* Note de M. R. RADAU.

« Les réfractions que Bessel a publiées dans les *Fundamenta* ont été calculées à l'aide de formules qui supposent que la densité de l'air ρ décroît en progression géométrique. Bessel pose, en effet, $\rho = \rho_0 e^{-\beta s}$, où s représente l'altitude et β une constante dont la valeur numérique se déduit des réfractions observées, en même temps que celle de la constante α. Par vingt-quatre étoiles circompolaires de Bradley, Bessel trouve $\alpha = 57'',538$, $\beta = 745'',75$ pour une pression de $29^p,6$ à $50°$F. et une température de $48°,75$ F. ($50°$ du thermomètre de Bradley). Les réfractions moyennes des *Tabulæ Regiomontanæ* sont celles des *Fundamenta* multipliées par 1,00328, afin de représenter les observations méridiennes de Kœnigsberg; mais, comme elles supposent $B = 29^p,6$ à $0°$ C., l'augmentation se réduit, en réalité, à 0,00178. L'écart n'est que de $1''$ pour $z = 85°$, et il disparaît si l'on rejette la correction assez problématique du thermomètre de Bradley. En admettant que la modification ne porte que sur la constante α, on trouve que, pour $B = 751^{mm},5$ à $0°$ C. et $t = 9°,3$ C., la constante des *Tabulæ Regiomontanæ* est $57'',726$, et celle des *Fundamenta* $57'',625$. Mais cette constante n'a pas la même signification physique que dans la théorie de Laplace. En effet, soient μ l'indice de réfraction de l'air, h l'altitude, $s = \frac{h}{R+h}$, et posons

$$\mu^2 = 1 + 2c\rho, \quad \frac{\rho}{\rho_0} = 1 - \omega, \quad \alpha = \frac{c\rho_0}{1 + 2c\rho_0}, \quad A = \frac{\alpha}{1 - \alpha} = \frac{c\rho_0}{1 + c\rho_0},$$

la réfraction pourra s'exprimer par l'intégrale

$$(1) \qquad r = A \sin z \int_0^1 \frac{(1 - s)\, d\omega}{\sqrt{\cos^2 z + 2s \sin^2 z - 2\alpha\omega}}.$$

» Bessel supprime le facteur $(1 - s)$, qui ne produit qu'environ $1''$ à l'horizon; mais on néglige ainsi les termes $-0'',076 \operatorname{tang} z + 0'',00018 \operatorname{tang}^3 z$, et l'erreur s'élève à $+0'',075$ vers $45°$, à $+0'',2$ vers $70°$, à $+0'',6$ vers $85°$. Il en résulte que la valeur de α qui se déduit des réfractions observées est un peu trop faible, et qu'en conservant à cette constante sa

signification ordinaire on aura, pour les *Tabulæ Regiomontanæ*,

$$\alpha = 57'',801 = 0,0002802,$$

d'où $\mu_0 = 1,0002932$ pour B = 760 et $t = 0°$ C.

» La formule (1) est, d'ailleurs, la moins commode de celles dont on se sert habituellement. On aurait tout avantage à la remplacer par la suivante,

$$(2) \qquad r = A_0 \int_0^1 \frac{d\omega}{\sqrt{\cot^2 z + 2s - 2\alpha\omega}},$$

où $A_0 = A\left(1 + \frac{\alpha}{2} - \frac{l_0}{R}\right)$ est le coefficient de $\tang z$ dans la série de Laplace, et $l_0 = 7997^m(1 + 0,00366t)$. Cette formule est sensiblement exacte pour les distances zénithales moyennes; à l'horizon, elle est en erreur de $-1''$, tandis que la formule (1) l'est de $+1''$. En posant $\rho = \rho_0 e^{-\beta s}$, le théorème de Lagrange, appliqué de trois manières différentes, fournit les trois développements

$$(3) \quad \begin{cases} r = A_0\sqrt{2\beta}(e^{-\alpha\beta}\psi_1 + \alpha\beta e^{-2\alpha\beta}\psi_2 + \frac{3}{2}\alpha^2\beta^2 e^{-3\alpha\beta}\psi_3 + \ldots) \\ = A_0\sqrt{2\beta}[\psi_1 + \alpha\beta(\psi_2 - \psi_1) + \frac{1}{2}\alpha^2\beta^2(3\psi_3 - 4\psi_2 + \psi_1) + \ldots] \\ = A_0\sqrt{\frac{2\beta}{1-\alpha\beta}}\left\{\psi_1 + \frac{\alpha\beta}{1-\alpha\beta}\left[\psi_2 - \left(\frac{3}{2} + T^2\right)\psi_1 + \frac{1}{2}T\right] + \ldots\right\}, \end{cases}$$

où $\psi_n = \sqrt{n}\,\psi(\sqrt{n}T)$, et

$$\psi(T) = \int_T^\infty e^{T^2 - t^2}\,dt.$$

» Dans les deux premières séries, $T = \sqrt{\frac{1}{2}\beta}\cot z$; dans la troisième, $T = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}\beta}{1-\alpha\beta}}\cot z$. En prenant $\alpha = 57'',801$, $A_0 = 57'',750$, cette dernière donne, pour $z = 90°$,

$$r = 2222'',33 - 50'',37 + 3'',61 - \ldots = 2175'',2.$$

Mais on sait que les *Tabulæ Regiomontanæ* s'arrêtent à 85°. Une table supplémentaire donne les réfractions observées par Argelander (en dehors du méridien), depuis 85° jusqu'à 89°,5; Bessel les a corrigées d'une erreur constante de 5'',9, déterminée par la comparaison avec sept étoiles observées au méridien. On aurait des nombres un peu différents en se servant directement de ces étoiles; ainsi, je trouve :

	z.	Réfr. obs.	*Fund.* × 1,00328.	Argelander.
β Persée.	85°	586'',2	586'',5	584'',6
γ Cygne, ε Persée. . . .	85,5	637,9	638,4	639,6

» Dans le voisinage de l'horizon, les réfractions d'Argelander sont sensiblement plus faibles que celles des *Fundamenta;* pour 89°,5, la correction des Tables est — 24″ par les étoiles (— 54″ par le Soleil). M. Sawitch a montré, en 1854, que ces réfractions d'Argelander sont assez exactement reproduites en prenant $\beta = 723$. En faisant le calcul par la première des trois séries (3), avec $\alpha = 57,801$, je trouve les résultats suivants :

z.	$\beta = 745,75$.	$\beta = 723$.	$\beta = 709$.	$\beta = 700$.	Tab. R.
45°	57″,68	57″,68	57″,68	57″,68	57″,68
75	212,1	212,0	211,9	211,9	212,1
80	316,2	315,8	315,6	315,4	316,2
85	586,6	584,6	583,4	582,6	586,5 584,6
87	858,9	853,8	850,6	848,5	854,6
89	1483,6	1465,7	1454,5	1447,2	1464,6
89,5	1774,1	1747,8	1731,4	1720,8	1743,5
90	2175,2	2134,9	2109,9	2093,9	......

» L'hypothèse $\beta = 709$ est adoptée par M. Stone dans une récente Communication à la Société astronomique, où il insiste sur la nécessité de diminuer les réfractions de Bessel. En 1867, M. Stone avait proposé d'y appliquer le facteur (1 — 0,0053), et les réfractions ainsi diminuées ont été employées à Greenwich de 1868 à 1876. Depuis, on est revenu aux réfractions de Bessel; il n'en est pas moins vrai que les observations discutées par M. Stone semblent exiger une diminution des réfractions; mais M. Stone pense aujourd'hui qu'il suffira de les diminuer graduellement à partir de 45° en modifiant la constante β, de manière que la correction soit d'environ 3″ vers 85°.

» L'hypothèse de Bessel suppose, comme on sait, que la température diminue très lentement (de 0°,12 C. pour les premiers 100^{m}). En faisant $\beta = 709$, le décroissement initial serait de 0°,27 par 100^{m}. En tout cas, cette hypothèse ne peut guère fournir qu'une formule d'interpolation, et dès lors on a tout avantage à se servir de formules qui se prêtent mieux au calcul numérique. Ainsi M. Oppolzer a fait voir que les réfractions de Bessel peuvent être représentées par la formule très simple

$$r = 3363'' \psi(20,46 \cot z),$$

qui se déduit de (2) en posant $\rho = \rho_0 e^{-838(s-\alpha\omega)}$. Pour les distances zénithales voisines de 85°, il faut évidemment tenir compte des variations de la loi de décroissement des températures. C'est une question que j'ai tenté d'appro-

fondir dans un Mémoire que j'espère pouvoir prochainement soumettre au jugement de l'Académie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension aux fonctions de deux variables du problème de Riemann relatif aux fonctions hypergéométriques.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication récente, je me suis occupé de certaines fonctions de deux variables indépendantes dans lesquelles il n'y avait pour x et pour y qu'un nombre limité de positions singulières. La suite de cette étude m'a montré que l'on ne pouvait réaliser de cette manière l'extension du problème de Riemann relatif aux fonctions hypergéométriques d'une variable. C'est en me plaçant au point de vue suivant que j'ai réalisé l'extension cherchée. J'envisage une fonction $F(x, y)$ des deux variables illimitées x et y, jouissant des propriétés suivantes. Tout d'abord, il existe entre quatre déterminations de la fonction une relation linéaire et homogène à coefficients constants. Dans le voisinage de toute valeur α de x et β de y ne coïncidant avec aucun des points o, 1 et ∞, et, de plus, différentes entre elles, la fonction est holomorphe par rapport à x et à y; α étant une valeur différente de o, 1 et ∞, trois des branches de la fonction ont dans le voisinage de $x = 0$, $y = \alpha$ les formes suivantes linéairement indépendantes

$$P_1(x,y), \quad P_2(x,y), \quad x^{\lambda+b_1-1} P_3(x,y),$$

P_1, P_2 et P_3 étant des fonctions holomorphes de x et de y pour $x = 0$, $y = \alpha$, et l'on suppose que $\lambda + b_1$ n'est pas un entier. Pareillement, dans le voisinage de $x = 1$, on aura les déterminations

$$Q_1(x,y), \quad Q_2(x,y), \quad (x-1)^{\lambda+b_2-1} Q_3(x,y),$$

et enfin, dans le voisinage de $x = \frac{1}{x'} = \infty$, on a

$$x'^{-\lambda+1} R_1(x',y), \quad x'^{-\lambda+1} R_2(x',y), \quad x'^{3-\lambda-(b_1+b_2+b_3)} R_3(x',y),$$

R_1, R_2 et R_3 étant holomorphes dans le voisinage de $x' = 0$, $y = \alpha$. On suppose que $b_1 + b_2 + b_3$ n'est pas entier.

» On a de même des déterminations analogues quand, faisant varier x dans le voisinage d'une valeur distincte de o, 1 et ∞, on donne à y des va-

leurs voisines de ces derniers, les divers exposants étant représentés par les mêmes lettres accentuées. Enfin, pour $x = y = \alpha$, α étant une quantité quelconque différente de 0, 1 et ∞, on a les déterminations

$$A_1(x,y), \quad A_2(x,y), \quad (x-y)^{\lambda+b_3-1} A_3(x,y).$$

On suppose que $\lambda + b_3$, comme $\lambda + b_2$ et $\lambda + b_1$, n'est pas un entier, et l'on a, condition évidemment nécessaire, $\lambda + b_3 = \lambda' + b'_3$.

» Nous allons voir maintenant que l'on peut former deux équations différentielles auxquelles satisfait la fonction $F(x, y)$. Considérons d'abord y comme constant; la fonction F est une fonction de x dont les points critiques sont 0, 1, y et ∞. Cette fonction satisfait à une équation linéaire du troisième ordre qui est complètement déterminée par la nature, dans le voisinage de chacun des points critiques, des déterminations indiquées. C'est ce qui résulte d'un travail de M. Pochammer [*Ueber hypergeometrische Functionen höherer Ordnung* (*Crelle*, t. 71); voir aussi les remarques de M. Fuchs, t. 72], et cette équation peut s'écrire

$$(\mathrm{I}) \quad \varphi(x)\frac{\partial^3 F}{\partial x^3} + \sum_{k=2}^{k=0} (-1)^{3-k}\left[(\lambda-k-1)_{3-k}\,\varphi^{(3-k)}(x) + (\lambda-k-1)_{2-k}\,\psi^{(2-k)}(x)\right]\frac{\partial^k F}{\partial x^k} = 0,$$

où

$$\varphi(x) = x(x-1)(x-y) \quad \text{et} \quad \psi(x) = \varphi(x)\left(\frac{b_1}{x} + \frac{b_2}{x-1} + \frac{b_3}{x-y}\right),$$

et l'on écrit

$$\frac{p(p-1)\ldots(p-q+1)}{1.2\ldots q} = (p)_q.$$

» Si nous considérons, au contraire, x comme constant, nous obtiendrons pareillement une équation (I)', qui se déduira de l'équation (I) en remplaçant x par y et y par x, et accentuant les constantes b_1, b_2, b_3 et λ. Particularisant davantage encore ces constantes, je vais supposer que

$$(\alpha) \qquad b'_1 = b_1, \; b'_2 = b_2, \; b'_3 = \lambda, \; \lambda' = b_3.$$

Dans ce cas, les équations (I) et (I)' ont trois intégrales communes linéairement indépendantes.

» Il résulte aussi du Mémoire cité que ces équations sont vérifiées par les intégrales

$$\int_g^h u^{b_1-1}(u-1)^{b_2-1}(u-y)^{b_3-1}(u-x)^{\lambda-1}\,du,$$

g et h désignant deux des quatre quantités 0, 1, y, x, et une intégrale ne

devant être, bien entendu, considérée que si, d'après les valeurs des constantes b_1, b_2, b_3 et λ, elle a un sens déterminé. On voit que les intégrales analogues relatives à l'équation (I)' auront la même expression, à cause des relations (α).

» Les fonctions que nous venons de considérer ont déjà été rencontrées à un tout autre point de vue par M. Appell, dans ses intéressantes recherches sur les fonctions hypergéométriques.

» Faisons, en effet,

$$b_1 = 1 + \beta + \beta' - \gamma, \quad b_2 = \gamma - \alpha, \quad b_3 = 1 - \beta', \quad \lambda = 1 - \beta;$$

la fonction $F_1(\alpha, \beta, \beta', \gamma, x, y)$, considérée par M. Appell (*Comptes rendus*, 16 février 1880), satisfait à nos équations (I) et (I)', et il est d'ailleurs facile de passer des équations F_1 (*loc. cit.*) à ces dernières équations.

» Ces résultats sont évidemment susceptibles d'être généralisés. Considérons l'équation

$$\text{(II)} \quad \left\{ \begin{aligned} &\varphi(x)\frac{\partial^n F}{\partial x^n} \\ &+\sum_{k=0}^{k=n-1}(-1)^{n-k}\left[(\lambda-k-1)_{n-k}\varphi^{(n-k)}(x)+(\lambda-k-1)_{n-k-1}\psi^{(n-k-1)}(x)\right]\frac{\partial^k F}{\partial x^k}=0, \end{aligned} \right.$$

où

$$\varphi(x) = (x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_{n-1})(x-y)$$

et

$$\psi(x) = \varphi(x)\left(\frac{b_1}{x-a_1} + \ldots + \frac{b_{n-1}}{x-a_{n-1}} + \frac{b_n}{x-y}\right),$$

et soit (II)' l'équation obtenue en changeant dans l'équation (II) x en y et y en x, et accentuant les constantes b_1, b_2, ..., b_n et λ. Si l'on pose

$$b'_1 = b_1, \quad b'_2 = b_2, \quad \ldots, \quad b'_{n-1} = b_{n-1}, \quad b'_n = \lambda, \quad \lambda' = b_n,$$

les équations (II) et (II)' admettront des intégrales communes, que l'on peut, comme précédemment, exprimer sous forme d'intégrales définies. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de* deux *fonctions doublement périodiques*. Note de M. **J. Farkas**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Dans une brochure intitulée *Généralisation du logarithme et de l'exponentielle*, que vous avez bien voulu présenter à l'Académie [1], je dé-

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXIX, n° 24.

montre (articles **1**, **3**, **4**, **6**, **12**) que, en posant

$$x=\int_0^u \frac{du}{\sqrt{1-u}\sqrt{1-u\cos^2\alpha}\sqrt{1-u\sin^2\alpha}},$$

$$\theta=\int_0^1 \frac{du}{\sqrt{1-u}\sqrt{1-u\cos^2\alpha}\sqrt{1-u\sin^2\alpha}},$$

$$u=(x)_0,\quad \sqrt{1-u}=(x)_1,\quad \sqrt{1-u\cos^2\alpha}=(x)_2,\quad \sqrt{1-u\sin^2\alpha}=(x)_3,$$

$$(0)_1=(0)_2=(0)_3=+1,$$

on a

$$(1)\quad (x+y)_1=\frac{[(x)_2(x)_3-(x)_1][(y)_2(y)_3-(y)_1]-(x)_0(y)_0(x)_1(y)_1\sin^2\alpha\cos^2\alpha}{(x)_1(y)_1[(x)_2(x)_3-(x)_1][(y)_2(y)_3-(y)_1]-(x)_0(y)_0\sin^2\alpha\cos^2\alpha},$$

$$(2)\quad (x-y)_1=\frac{(x)_1(y)_1[(x)_2(x)_3-(x)_1][(y)_2(y)_3+(y)_1]+(x)_0(y)_0\sin^2\alpha\cos^2\alpha}{[(x)_2(x)_3-(x)_1][(y)_2(y)_3+(y)_1]+(x)_0(y)_0(x)_1(y)_1\sin^2\alpha\cos^2\alpha},$$

$$(3)\quad (x+\theta)_1=-\frac{(x)_2(x)_3-(x)_1}{(x)_0\sin\alpha\cos\alpha}=-\frac{(x)_0\sin\alpha\cos\alpha}{(x)_2(x)_3+(x)_1},$$

$$(4)\quad (x+2\theta)_1=-\frac{1}{(x)_1}.$$

» Divisons les numérateurs et dénominateurs des expressions (1) et (2) par $(x)_0(y)_0\sin^2\alpha\cos^2\alpha$. En ayant égard aux relations (3) et en écrivant

$$(5)\quad (x+\theta)_1=(x)',$$

nous aurons

$$(6)\quad (x+y)_1=\frac{(x)_1(y)_1-(x)'(y)'}{1-(x)_1(y)_1(x)'(y)'},$$

$$(7)\quad (x-y)_1=\frac{(y)'+(x)_1(y)_1(x)'}{(x)'+(x)_1(y)_1(y)'},$$

et, comme $(-x)_1=\frac{1}{(x)_1}$, $(-x)'=-(x)'$,

$$(8)\quad (x+y)_1=\frac{(x)_1(x)'-(y)_1(y)'}{(y)_1(x)'-(x)_1(y)'},$$

$$(9)\quad (x-y)_1=\frac{(x)_1+(y)_1(y)'(x)'}{(y)_1+(x)_1(x)'(y)'};$$

d'où, en vertu de (4),

$$(10)\quad (x+y)'=\frac{(x)'+(y)_1(y)'(x)_1}{(y)_1+(x)_1(x)'(y)'}=\frac{(y)'+(x)_1(x)'(y)_1}{(x)_1+(y)_1(y)'(x)'},$$

$$(11)\quad (x-y)'=\frac{(y)_1(x)'-(x)_1(y)'}{1-(x)_1(y)_1(x)'(y)'}=\frac{(x)_1(x)'-(y)_1(y)'}{(x)_1(y)_1-(x)'(y)'}.$$

» Les deux fonctions $(\ )_1$ et $(\ )'$ ont les périodes 4θ et

$$4\int_1^{\text{séc}^2\alpha} \frac{du}{\sqrt{1-u}\sqrt{1-u\cos^2\alpha}\sqrt{1-u\sin^2\alpha}}.$$

» Les formules d'addition des arguments dans les *deux* fonctions ne contiennent que cesdites *deux* fonctions comme fonctions irrationnelles l'une de l'autre, et c'est la circonstance qui m'a décidé à les signaler à votre attention.

» En supposant, dans l'intégrale elliptique de première espèce, le module k égal à $\text{tang}^2\alpha$, j'ai (article 24)

$$[2(1+k)x]' = \sqrt{-k}\,\text{sn}(\sqrt{-1}\,x). \text{ »}$$

MÉCANIQUE. — *Détermination de trois axes d'un corps solide sur lesquels les forces centrifuges exercent, par suite de la rotation, un effet maximum.* Note de M. E. **Brassinne.**

« L'ellipsoïde central rapporté aux axes principaux a pour équation $Ax^2 + By^2 + Cz^2 = 1$; par une transformation des coordonnées en d'autres axes rectangulaires x', y', z', on rétablit dans l'équation les trois termes qui contiennent les rectangles des coordonnées. Si l'on fait usage des formules connues, simplifiées en faisant $\varphi = 0$ (*Mécanique céleste*, t. I, p. 73), il reste l'angle θ des axes z, z' et l'angle ψ de la trace du plan $x'y'$ sur les xy avec les x. Le calcul effectué, les coefficients des rectangles $x'z'$, $y'z'$ seront exprimés par des lignes trigonométriques; on les identifiera aux intégrales $\int x'z'dm$, $\int y'z'dm$, qui donnent les moments de leviers dont l'origine est l'appui et le bras sur la ligne des z' égal à l'unité (on voit en effet que la force centrifuge en un point dm est $dmr\omega^2$ et qu'elle agit sur un levier z', ou que cette force est $dmrr'\omega^2$ en la faisant agir sur un levier égal à l'unité; la rotation ω a lieu autour de l'axe z'). La somme des carrés des intégrales sera le carré d'une résultante agissant à l'unité de distance sur les z' et le maximum de cette résultante donne le plus grand moment ou effort possible.

» Les conditions du maximum et du minimum renferment deux facteurs polynômes qu'on ne peut simultanément égaler à zéro, comme on le constate par l'élimination de θ; il reste, pour satisfaire aux conditions, à

poser $\theta = 90^\circ$, $\psi = 45^\circ$ ou $\theta = 45^\circ$, $\psi = 90^\circ$, ce qui démontre le théorème énoncé.

» Si $A = B$, les conditions sont satisfaites, indépendamment de ψ, par la valeur $\theta = 45^\circ$, et les axes du maximum forment un cône droit autour des z.

» Dans le cas général, les moments maxima sont en raison de $A - B$, $A - C$, $B - C$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équilibre d'élasticité d'un prisme rectangle.* Mémoire de M. E. MATHIEU. (Extrait par l'auteur.)

« Lamé, dans la XIIe de ses *Leçons sur la théorie de l'élasticité*, représente comme le problème le plus difficile et le plus important de cette théorie, au point de vue des applications, celui de l'équilibre d'élasticité d'un parallélépipède rectangle homogène soumis sur ses six faces à des forces normales données, dans l'hypothèse que ces forces soient disposées symétriquement sur des faces opposées. Je crois avoir complètement résolu cette question.

» Pour simplifier les formules, je vais réduire ici le problème de Lamé à deux dimensions; il s'énonce alors ainsi :

» *Un prisme rectangle homogène a ses deux bases appuyées contre deux parois parallèles et fixes; des pressions normales données sont exercées dans toute l'étendue des quatre faces latérales de ce prisme. Les pressions sont les mêmes sur une même face tout le long d'une ligne parallèle aux quatre arêtes latérales; de plus ces pressions sont disposées symétriquement sur les faces latérales opposées. On demande de déterminer la déformation du prisme et la résistance que devront opposer les deux parois sur les bases de ce prisme.*

» Désignons par $f_1(y)$, $f_2(x)$ la pression normale sur les faces $x = \pm a$ et $y = \pm b$, et faisons $m = \frac{p\pi}{a}$, $n = \frac{q\pi}{b}$, p, q étant entiers; enfin, supposant ces fonctions paires, posons

$$f_1(y) = \Sigma A_n \cos ny, \quad f_2(x) = \Sigma \mathcal{A}_m \cos mx,$$

le signe sommatoire se rapportant aux valeurs $0, 1, 2, \ldots, \infty$ de p, q. La dilatation cubique θ peut se mettre sous cette forme

$$\theta = \Sigma \mathcal{B}_m E(my) \cos mx + \Sigma B_n E(nx) \cos ny,$$

et toute la question est ramenée à la détermination des coefficients B_n, $\mathfrak{B}_m$. Posons

$$E(x)+\frac{x}{\mathcal{E}(x)}=\theta(x),\quad \frac{\mathcal{E}(x)}{\theta(x)}=\psi(x),$$

et considérons les fonctions fournies par des séries

$$\Phi_1(n,n')=\sum_m \frac{m^3\psi\left(\frac{mb}{2}\right)}{(m^2+n^2)^2(m^2+n'^2)^2},$$

$$\Phi_2(m,n)=\sum_{n'} \frac{n'^3\psi\left(\frac{na}{2}\right)}{(n'^2+m^2)^2}\Phi_1(n',n),$$

$$\Phi_3(n,n')=\sum_{m'} \frac{m'^3\psi\left(\frac{m'b}{2}\right)}{(m'^2+n'^2)^2}\Phi_2(m',n),$$

$$\Phi_4(m,n)=\sum_{n'} \frac{n'^3\psi\left(\frac{n'a}{2}\right)}{(n'^2+m^2)^2}\Phi_3(n',n),$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

et les fonctions $\varphi_1(m,m')$, $\varphi_2(n,m)$, ..., qu'on déduit des précédentes par la permutation des lettres m et n, a et b. Les signes sommatoires se rapportent à toutes les valeurs entières de p, q, p', q', depuis 1 jusqu'à l'infini. On doit aussi remarquer que les fonctions φ_2, φ_4, ... sont respectivement égales aux fonctions Φ_2, Φ_4, ... Cela posé, on a

$$\mathfrak{B}_m=\frac{\mathcal{A}_n}{(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{mb}{2}\right)}$$

$$-\frac{8m^2\cos\frac{ma}{2}}{a(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{mb}{2}\right)}\sum_n nA_n\psi\left(\frac{na}{2}\right)\cos\frac{nb}{2}\left[\frac{1}{(m^2+n^2)^2}+\frac{64}{ab}\Phi_2(m,n)\right.$$
$$\left.+\frac{64^2}{a^2b^2}\Phi_4(m,n)+\ldots\right]$$

$$+\frac{64m^2\cos\frac{ma}{2}}{ab(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{m}{2}\right)}\sum_{m'}m'\mathcal{A}_{m'}\psi\left(\frac{m'b}{2}\right)\cos\frac{m'a}{2}\left[\varphi_1(m,m')+\frac{64}{ab}\varphi_3(m,m')\right.$$
$$\left.+\frac{64^2}{a^2b^2}\varphi_5(m,m')+\ldots\right],$$

$$B_n = \frac{A_n}{(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{na}{2}\right)}$$

$$- \frac{8n^2 \cos\frac{nb}{2}}{a(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{na}{2}\right)} \sum_m m \mathcal{A}_m \psi\left(\frac{mb}{2}\right) \cos\frac{ma}{2} \left[\frac{1}{(m^2+n^2)^2} + \frac{64}{ab}\Phi_2(m,n) + \frac{64^2}{a^2b^2}\Phi_4(m,n) + \ldots \right]$$

$$+ \frac{64\, n^2 \cos\frac{nb}{2}}{ab(\lambda+\mu)\theta\left(\frac{na}{2}\right)} \sum_{n'} n' A_{n'} \psi\left(\frac{n'a}{2}\right) \cos\frac{n'b}{2} \left[\Phi_1(n,n') + \frac{64}{ab}\Phi_3(n,n') + \frac{64^2}{a^2b^2}\Phi_5(n,n') + \ldots \right].$$

» J'ai démontré la convergence de toutes les séries qui entrent dans cette solution d'une manière très rigoureuse et très simple. Cette solution est donc irréprochable au point de vue théorique. La seule difficulté à l'appliquer consiste dans le calcul numérique des fonctions $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \ldots$, $\varphi_1, \varphi_3, \ldots$, qui peut paraître long; mais j'ai vérifié, en l'effectuant, qu'il est très praticable.

» Si l'on revient au problème à trois dimensions, les mêmes considérations restent entièrement applicables, mais les formules de la solution sont beaucoup plus compliquées. »

MAGNÉTISME. — *Téléphone à surexcitation magnétique.* Note de M. Ader, présentée par M. Th. du Moncel.

« Le nouveau téléphone que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est fondé sur ce principe que, si une lame mince de fer ou d'acier est placée devant les pôles d'un aimant, elle est beaucoup plus fortement actionnée quand on place derrière elle une armature de fer que quand cette armature n'existe pas. On peut s'en convaincre facilement en disposant devant un aimant en fer à cheval à pôles rapprochés une lame de ressort suffisamment éloignée pour ne pas être attirée par l'aimant. Aussitôt qu'on place derrière elle une pièce de fer doux, la lame est immédiatement attirée et s'éloigne aussitôt que l'armature de fer est retirée. M. Th. du Moncel, qui s'est occupé beaucoup de ces sortes de réactions, explique cet effet par la surexcitation que donne à l'aimant la présence de l'armature de fer,

surexcitation qui est en rapport avec la masse magnétique et dont l'effet maximum se produit quand cette masse est à peu près égale à celle de l'aimant. D'un autre côté, M. du Moncel a démontré que, avec des armatures constituées par des lames magnétiques très minces, les polarités déterminées sur ces lames sont très différentes de ce qu'elles sont sur des lames épaisses, ce qui tient vraisemblablement à ce que le magnétisme ne pénètre pas très profondément les masses magnétiques. Si l'on cherche à déterminer la nature de ces polarités sur la lame et sur l'armature, on reconnaît, en effet, qu'au-dessus des pôles magnétiques de l'aimant *il se développe, dans ces deux pièces, des polarités de noms contraires qui traversent entièrement la lame et qu'on retrouve encore sur la face de l'armature opposée à ces pôles*. M. du Moncel a constaté ce fait non seulement avec des aiguilles qu'il a aimantées en les plaçant entre la lame et l'armature, mais encore par les fantômes magnétiques du système, qui sont exactement les mêmes avec ou sans la lame magnétique intermédiaire.

» D'après ces effets, j'ai pensé qu'on pourrait donner au téléphone une plus grande sensibilité en plaçant en avant du diaphragme d'un téléphone Bell ordinaire (à deux pôles) un disque de fer formant armature et percé à son centre d'un trou correspondant à celui de l'embouchure de l'appareil. Grâce à ce moyen, j'ai pu obtenir des téléphones assez puissants, qui, avec un transmetteur microphonique dont je parlerai plus tard, donnent des résultats très satisfaisants. »

OPTIQUE. — *Etude de la distribution de la lumière dans le spectre.* Note de MM. **J. Macé** et **W. Nicati.**

« Trois séries de recherches, dont les résultats diffèrent notablement, ont été déjà faites pour étudier les variations de l'intensité lumineuse dans le spectre (Fraunhofer, Vierordt, Draper).

» Amenés à étudier cette même question par nos recherches sur le daltonisme [1], nous nous sommes proposé tout d'abord de donner des intensités de lumières différemment colorées une définition indépendante de toute hypothèse et d'étudier, à l'aide de cette définition, la principale cause d'erreur qu'on rencontre dans ce genre de recherches et dont les auteurs précités n'ont pas tenu compte.

---

[1] *Comptes rendus*, 27 octobre 1879.

» I. Pour mesurer la distribution de l'intensité lumineuse dans le spectre, c'est-à-dire pour étudier un phénomène d'ordre purement physiologique, il est nécessaire de prendre comme point de départ un fait physiologique bien défini et indépendant de la couleur. *Nous considérons deux quantités de lumière comme égales entre elles lorsque, éclairant un même objet incolore placé toujours à la même distance du même observateur, elles lui en font percevoir les détails avec la même netteté,* en d'autres termes, *lorsqu'elles ramènent l'acuité visuelle à la même valeur.*

» Si nous mentionnons la condition que l'objet soit placé toujours à la même distance de l'observateur, c'est afin de tenir compte d'un fait signalé par Purkinje et étudié par Dove et Helmholtz, qui est le suivant : si l'on compare entre elles les intensités lumineuses de deux surfaces de couleurs différentes, bleue et rouge par exemple, le rapport de ces intensités varie avec l'intensité de la lumière éclairante. Les expériences suivantes en sont la vérification *numérique.*

» Sur trois papiers, dont deux bleus et un rouge, tels que pour un éclairage moyen l'intensité du rouge fût intermédiaire entre celle des deux bleus, on a dessiné un même signe noir (ce signe, qui sert dans toutes nos expériences, consiste en trois barres horizontales longues de $0^m,005$, épaisses de $0^m,001$ et distantes d'autant). On pouvait éclairer ces trois objets par la lumière du Soleil diffusée et d'intensité variable à volonté. On mesurait alors pour chaque degré d'éclairage les trois distances d, d', d'' peu différentes auxquelles l'observateur devait se rapprocher de chacun des trois objets pour les voir successivement avec la même netteté. Désignant par x et a les rapports des intensités du rouge et du bleu le plus foncé au bleu le plus clair pris pour unité, on trouve, par interpolation,

$$\frac{x-a}{1-a}=\frac{d-d'}{d''-d'}.$$

» C'est ainsi que l'on obtient, en augmentant progressivement l'intensité de la lumière éclairante ou, ce qui revient au même, la distance de l'observateur à l'objet rouge, les valeurs suivantes, qui viennent confirmer numériquement les observations antérieures :

d	$0^m,30$	$0^m,34$	$0^m,55$	$0^m,60$	$0^m,97$
$\frac{x-a}{1-a}$	$-1^m,50$	$-0^m,86$	$0^m,00$	$+0^m,42$	$+0^m,50$

» II. Supposons, dès lors, qu'il s'agisse de déterminer le rapport des

intensités de deux régions du spectre; nous plaçerons le signe dessiné sur fond blanc dans ces deux régions et nous ferons varier chaque fois l'intensité de la lumière solaire productrice du spectre jusqu'à ce que, dans ces deux mesures consécutives, la distance à laquelle l'observateur doit se rapprocher de l'objet pour le voir nettement redevienne la même. Nous obtiendrons ainsi, en comparant les diverses régions du spectre à un même point la distribution relative de la lumière dans ce spectre. Mais chacun des nombres ainsi obtenus dépend de l'intensité absolue, constante, de la lumière à laquelle nous ramenons successivement chaque région du spectre. Nous aurons donc autant de lois de distribution de la lumière dans le spectre que nous aurons choisi de valeurs différentes pour la distance, constante dans chaque série, à laquelle l'observateur se rapproche de l'objet pour le voir.

» Les observations suivantes montrent toutefois que, pour une portion notable du spectre, l'intensité absolue de la lumière peut varier beaucoup sans que pour cela les rapports obtenus soient sensiblement modifiés. Nous choisîmes dans le spectre deux régions telles que, pour une intensité moyenne, elles parussent égales entre elles. Dans ces conditions, l'intensité de la lumière blanche incidente variant dans le rapport de 1 à 18 et la distance de l'observateur à l'objet de $0^{m},90$ à $1^{m},80$, le rapport des intensités demeura le même et égal à l'unité. Les deux régions comparées étaient le rouge voisin de la raie C et le vert bleuâtre voisin de la raie E. Nous devons ajouter que, si les autres observations que nous avons recueillies jusqu'ici confirment ces résultats pour les couleurs moins réfrangibles que le vert, elles montrent nettement que les choses se passent tout autrement lorsque c'est le bleu spectral que l'on compare au vert ou au rouge. »

OPTIQUE. — *Sur l'astigmatisme.* Note de M. **C.-J.-A. Leroy**, présentée par M. Resal.

« Quand un pinceau lumineux, infiniment mince, tombe d'un point P obliquement sur une sphère O, le lieu géométrique des points de concours du pinceau réfléchi ou réfracté, ou l'image du point P, se compose de deux segments de lignes droites ou lignes focales situés, l'un sur la normale du point P par rapport à la sphère, l'autre *sur un élément* tangentiel d'un cercle de révolution de la caustique du point P.

» Soit A le centre de la surface d'entrée réduite au plan tangent. Un seg-

ment de ligne PH perpendiculaire au plan PAO aura pour images : (a) une ligne engendrée par la ligne focale qui lui est parallèle, se déplaçant suivant sa propre direction; (b) un rectangle engendré par la deuxième ligne focale se déplaçant normalement à sa direction.

» Un segment de ligne PV normal à PH aura pour images : (a) la figure engendrée par la deuxième ligne focale se déplaçant dans son propre plan, sans se superposer complètement; la section plane de cette figure est sensiblement une ligne; (b) un rectangle engendré par la première ligne focale se déplaçant normalement à sa direction.

» L'image de toute ligne oblique du plan HPV sera un rectangle dont le petit côté a pour expression $\lambda \sin\gamma$, λ désignant la longueur de la ligne focale génératrice et γ l'angle de cette ligne avec la direction du déplacement, mais jamais une ligne.

» Quand il y a déviation nouvelle par une deuxième sphère O_1, les résultats sont les mêmes si le centre O_1 est dans le plan du rayon central et de l'une ou l'autre des lignes focales. Sinon, toute ligne du plan P ne compte plus que des rectangles dans ses images.

» Cette même condition remplie, on peut, en inclinant convenablement cette deuxième sphère O_1, corriger l'astigmatisme dû à la première.

» Les formules qui donnent les positions des points médians P′ et P″ des lignes focales dans le cas de la réfraction sont, en désignant par p la longueur PA, par p' et p'' les longueurs P′A et P″A, par α et β les angles d'incidence et de réfraction du rayon central PA,

$$(1) \qquad \frac{\cos^2\alpha}{p} + \frac{n\cos^2\beta}{p'} = \frac{1}{R}(n\cos\beta - \cos\alpha),$$

$$(2) \qquad \frac{1}{p} + \frac{n}{p''} = \frac{1}{R}(n\cos\beta - \cos\alpha).$$

Ces deux formules donneront l'intervalle focal $p'' - p'$. Cette valeur s'annule pour $p = -R(n\cos\beta + \cos\alpha)$. Il y a donc toujours, pour une direction incidente donnée, une position du point P telle que l'astigmatisme soit nul. Le lieu de ces points est une sphère de centre O et de rayon Rn, et celui de leurs conjugués la sphère concentrique de rayon $\frac{R}{n}$. De plus, le point P et son conjugué P′ sont sur le même rayon. De là un moyen très général et très simple de construire un rayon réfracté quelconque.

» Le lieu des points focaux principaux que donne la formule (2) se compose de deux sphères de même rayon $\frac{Rn}{n^2-1}$, dont les centres sont sur

le rayon OA prolongé, de part et d'autre du segment OA, à des distances de O et de A égales à $\frac{Rn^2}{n^2-1}$. De plus, les deux points focaux sont toujours, avec les points O et A, les sommets d'un parallélogramme.

» Ce sont les deux sphères focales, identiques aux plans focaux; elles donnent aussi un moyen connu de construire le rayon réfracté.

» Le lieu des points focaux donnés par la formule (1) se compose de deux surfaces du quatrième degré.

» Les formules de la réflexion sphérique sont

$$(3) \qquad \frac{1}{p} - \frac{1}{p'} = -\frac{2}{R\cos\alpha},$$

$$(4) \qquad \frac{1}{p} - \frac{1}{p''} = -\frac{2\cos\alpha}{R}.$$

» On passera aux cas du plan en faisant $R = \infty$ dans ces quatre formules. On voit immédiatement que le cas de la réflexion par un plan est le seul où il n'y ait pas d'astigmatisme, quel que soit l'angle α. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur dégagée dans la combustion de quelques alcools isomères de la série grasse ainsi que de l'œnanthol.* Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« M. Berthelot a étudié l'influence de l'isomérie sur les chaleurs de combustion et par conséquent de formation, dans les cas de polymérie, kénomérie, métamérie, ainsi que dans le cas d'un composé se changeant en un isomère dans lequel il y a combinaison plus intime et stabilité plus grande. Ses expériences sur la formation des corps isomères de même fonction chimique l'ont conduit à conclure que cette formation avait lieu avec des dégagements de chaleur presque identiques, leur métamorphose réciproque dégageant fort peu de chaleur [1].

» J'ai voulu voir si le genre d'isomérie que présentent, par exemple, les divers alcools de la série grasse, alcools primaires, secondaires et tertiaires, avait une influence appréciable sur leur chaleur de combustion.

» I. *L'alcool propylique normal* $CH^3CH^2CH^2OH$ dégage dans la combus-

---

[1] *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 2e série, t. XXVIII, p. 535 à 539; 1877.

tion, suivant l'équation

$$C^3H^8O \text{ liq.} + 9O \text{ gazeux} = 3CO^3 \text{ gazeux} + 4H^2O \text{ liq.} :$$

Par gramme.	Par molécule en grammes.
cal	cal
7990,11	479407
8041,50	482490
7984,01	479041
Moyenne =	480313

» D'après la Table donnée par Favre et Silbermann, qui n'ont pas étudié cet alcool, sa chaleur de combustion devrait être égale à 481 200^{cal}, nombre très rapproché de celui trouvé dans ces expériences.

» II. *L'alcool isopropylique* secondaire $(CH^3)^2CHOH$ dégage dans sa combustion, suivant la même équation que précédemment,

Par gramme.	Par molécule en grammes.
cal	cal
7955,86	477352
7983,45	479007
7973,36	478402
Moyenne =	478254

différant de moins de 0,5 pour 100 de la moyenne trouvée pour l'alcool normal [1].

» III. *L'alcool isobutylique* de fermentation, primaire, mais non normal, $(CH^3)^2CHCH^2OH$ liq. + 12O gazeux = $4CO^2$ gazeux + $5H^2O$ liq., dégage :

Par gramme.	Par molécule en grammes.
cal	cal
8578,33	634796
8643,77	639639
8590,32	635684
Moyenne =	636706

» La Table de Favre et Silbermann donne pour un alcool butylique (cette substance n'a pas été étudiée par eux) 633 440^{cal}, nombre différant de moins de 0,5 pour 100 de celui que je déduis de mes expériences.

---

(1) Cf. Berthelot, *loc. cit.*, p. 538.

» IV. *L'alcool amylique* de fermentation, qui est un mélange de différents alcools primaires, de l'isobutylcarbinol $(CH^3)^3CHCH^2OH$ inactif, du méthyléthylcarbincarbinol actif $(CH^3)(C^2H^5)CHCH^2OH$ et peut-être de l'alcool amylique normal, a été choisi par moi pour être comparé à l'alcool amylique tertiaire de diméthyléthylcarbinol $(CH^3)^2C^2H^5C(OH)$. De plus, comme la combustion de cette substance avait été étudiée par Favre et Silbermann, elle me donnait le moyen de comparer mes résultats avec ceux de ces éminents expérimentateurs.

» $C^5H^{12}O$ liq. + 15O gazeux = $5CO^2$ gazeux + $6H^2O$ liq. dégage :

	Par gramme.	Par molécule en grammes.
	cal	cal
	9060,19	797297
	8991,63	791263
	9013,75	793210
Moyenne =		793623

» Favre et Silbermann donnent pour cette chaleur de combustion 788357^{cal}, nombre qui ne diffère de celui de mes expériences que de 0,7 pour 100.

» V. *Le diméthyléthylcarbinol*

$(CH^3)^2C^2H^5COH$ liq. + 15 O gazeux = $5CO^2$ gazeux + $6H^2O$ liq.

dégage dans la combustion :

	Par gramme.	Par molécule en grammes.
	cal	cal
	9012,23	793076
	8976,76	789955
	8932,80	786086
	8919,92	784953
	8961,87	788645
Moyenne =		788543

nombre qui ne diffère que de 0,67 pour 100 de celui que j'ai trouvé pour l'alcool amylique de fermentation.

» La comparaison des nombres trouvés pour les alcools propyliques et amyliques indique que dans ces cas l'isomérie de substances ayant une même fonction chimique, mais différant dans leur structure interne, n'influe pas d'une manière appréciable sur leur chaleur de combustion et sur leur chaleur de formation, et que par conséquent, dans ces cas, les différents

groupements des atomes de C, H et O correspondant à ces alcools exigent pour se produire la même quantité de chaleur. Il suivrait de là également que les différentes opérations qui permettent par exemple de transformer un alcool primaire en alcool secondaire ou tertiaire produisent un effet calorifique dont la somme est égale à zéro. Ces conclusions ne sont du reste vraies que dans la supposition que les chaleurs totales de vaporisation des différents alcools isomères étudiés dans ce travail ont une même valeur. Elles sont conformes, d'ailleurs, à celles de M. Berthelot sur la même question.

» VI. *OEnanthol.* — L'étude de ce corps présentait un certain intérêt. Il m'a donné pour l'équation $C^7H^{14}O$ liq. + $20O$ gaz. = $7CO^2$ gaz + $7H^2O$ liq.

Par gramme.		Par molécule en grammes.
9352^{cal},06		1066135^{cal}
9296,51		1059802
9314,49		1061852
	Moyenne =	1062596

» L'étude thermique de l'alcool correspondant à cet aldéhyde n'a pas été faite. D'après la Table donnée par Favre et Silbermann, sa chaleur de combustion devrait être de 1 099680^{cal}, c'est-à-dire de 37094^{cal} supérieure à celle de son aldéhyde. Ce nombre est moindre que celui qui correspond à la différence entre l'alcool propylique et l'acétone (54000^{cal}); il est vrai que ces différences, déduites de nombres dont la grandeur va croissant, sont de plus en plus affectées par les erreurs d'expérience. L'étude thermochimique des aldéhydes (1) n'est du reste que commencée, et je compte la compléter prochainement. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les mélanges réfrigérants formés de deux sels cristallisés.* Note de M. A. Ditte, présentée par M. Sainte-Claire Deville.

« J'ai montré, dans une Communication récente (2), que le refroidissement qui accompagne le mélange de certains sels cristallisés avec des acides

(1) Cf. les recherches de M. Berthelot sur la formation thermique de l'aldéhyde (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 178) et sur celle de l'aldéhyde orthopropylique (*ibid.*, t. X, p. 369).

(2) Même Volume, p. 1163. Voir à ce sujet (*Mécanique chimique*, t. II, p. 451, 647,

concentrés doit être attribué à la liquéfaction de l'eau qui se sépare du sel hydraté. En prenant comme point de départ ce changement d'état de l'eau de cristallisation, on peut arriver à constituer des mélanges réfrigérants à l'aide de deux substances solides dont l'une est un sel fortement hydraté. Il suffit pour cela de provoquer des doubles décompositions telles que le dégagement de chaleur qui les accompagne soit très faible et que le grand nombre de calories empruntées par le changement d'état de l'eau soit, au point de vue thermique, le fait dominant de la réaction.

» Considérons, par exemple, un mélange de nitrate d'ammoniaque avec des sels très hydratés, tels que les sulfate, carbonate, phosphate de soude. Le premier est un sel anhydre; si de son mélange avec l'un des trois autres peut résulter une double décomposition, elle donnera naissance : 1° à du nitrate de soude anhydre dans les conditions de l'expérience; 2° à des sulfate, carbonate, phosphate d'ammoniaque, qui dans les circonstances ordinaires ne retiennent pas non plus d'eau de cristallisation. Or, les constantes thermiques que M. Berthelot a déterminées et l'application du théorème du travail maximum vont nous permettre de discerner si une double décomposition est possible et quelle sera, dans ce cas, l'intensité des phénomènes calorifiques qui pourront l'accompagner.

» 1° *Azotate d'ammoniaque et sulfate de soude.* — On a

$$\begin{aligned}&AzO^5AzH^4O\,\text{sol.} + SO^3NaO,10HO\,\text{sol.}\\&= SO^3AzH^4O\,\text{sol.} + AzO^5NaO\,\text{sol.} + 10HO.\end{aligned}$$

» Si l'on ne se préoccupe pas des $10^{éq}$ d'eau, qui n'interviennent que par leur changement d'état, la formation du premier système correspond à $80,7 + (163,2 + 2,3) = 246,2$ unités de chaleur, celle du second système à $157,2 + 88,9 = 246,1$ calories. Ces deux quantités sont sensiblement égales; la double décomposition s'accomplira sans variation sensible de chaleur; mais, comme les $10^{éq}$ d'eau rendus libres exigeront pour fondre un grand nombre de calories, on peut être certain que la réaction s'accompagnera d'un notable refroidissement. Si, en effet, on broie dans un mortier un mélange à équivalents égaux des deux sels, la masse se liquéfie presque de suite et la température descend d'environ 20°.

» Les produits formés concourent du reste à l'abaissement de la tempé-

651) des recherches de M. Berthelot qui m'avaient échappé lors de ma première Communication. Il a également signalé le mélange réfrigérant formé par le carbonate de soude et l'azotate d'ammoniaque solides, et il en a donné la théorie (p. 718).

rature en se dissolvant en partie dans l'eau mise en liberté, car la dissolution de ces sels aux températures ordinaires absorbe de la chaleur : le nitrate de soude absorbe $-4^{cal},7$; le nitrate d'ammoniaque, $-6^{cal},2$; le sulfate d'ammoniaque, $-1^{cal},35$; le sulfate de soude, -1^{cal} (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 532-535). Il y a, comme on le voit, avantage à décomposer totalement le sulfate de soude et à introduire un léger excès de nitrate d'ammoniaque, qui, en se dissolvant en même temps que le nitrate de soude, contribuera au refroidissement, et cela d'autant plus que la température sera déjà plus basse. M. Berthelot a établi en effet que, si la dissolution d'un sel minéral anhydre à la température ordinaire absorbe de la chaleur, cette absorption croîtra sans cesse à mesure que la température initiale s'abaissera davantage (*Mécanique chimique*, t. I. p. 127).

» 2° *Azotate d'ammoniaque et phosphate de soude :*

$$2(AzO^5AzH^4O)\,\text{sol.} + PhO^5, 2\,NaO\,HO, 24\,HO\,\text{sol.}$$
$$= 2(AzO^5NaO)\,\text{sol.} + PhO^5, 2\,AzH^4O\,HO\,\text{sol.} + 24\,HO.$$

En laissant encore de côté l'eau de cristallisation, la formation du premier système correspond à $2 \times 80,7 + (413,6 + 11) = 586^{cal}$. Pour le second, les données relatives au phosphate d'ammoniaque manquent; mais, si l'on observe que la chaleur de formation des azotate, sulfate, formiate, acétate d'ammoniaque solides est de 5^{cal} à 10^{cal} environ inférieure à celle des composés de soude correspondants (*Mécanique chimique*, t. I, p. 389), on en conclura une valeur approchée de la chaleur de formation du phosphate d'ammoniaque, et l'on constatera que les nombres de calories qui correspondent à chacun des deux systèmes sont fort peu différents l'un de l'autre; que, par suite, la double décomposition pourra avoir lieu sans autre changement notable de température que celui qui est dû à la liquéfaction de l'eau. On observe en effet que, en mélangeant dans un mortier équivalents égaux de nitrate d'ammoniaque et de phosphate de soude, la masse se liquéfie en même temps qu'elle se refroidit de 18° environ.

» Le mélange de carbonate de soude et de nitrate d'ammoniaque donne lieu à des remarques analogues et à un refroidissement d'environ 25° (¹). On observe en même temps une odeur d'ammoniaque libre qui tient au peu de stabilité du carbonate neutre. On sait en effet (²) que, mis au contact de

---

(¹) Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 718.

(²) *Voir* les recherches de M. Berthelot sur la constitution du carbonate d'ammoniaque dissous et sur les équilibres qui existent dans ses dissolutions, même Ouvrage, t. II, p. 234 à 239.

l'eau, ce sel se dédouble avec une facilité extrême en ammoniaque et sesquicarbonate, ou même bicarbonate alcalin.

» Des réactions du même genre se passent encore quand, dans les expériences qui précèdent, on remplace le nitrate d'ammoniaque par le chlorure d'ammonium : la liquéfaction du mélange se produit en même temps que sa température s'abaisse. M. Berthelot a également observé que le carbonate de potasse sec et l'azotate d'ammoniaque donnent lieu à un mélange réfrigérant; le froid est ici dû à la dissociation du carbonate d'ammoniaque [1].

» Ces phénomènes montrent une fois de plus combien, à l'aide de considérations fondées sur les données thermiques, il est facile de se rendre compte de la possibilité de certaines réactions ainsi que des phases qu'elles pourront présenter; ils établissent en outre la possibilité de constituer des mélanges réfrigérants à l'aide de deux substances salines, dont l'une retient beaucoup d'eau de cristallisation, quand la double décomposition qui peut résulter de leur contact s'effectue sans dégagement notable de chaleur. »

CHIMIE. — *Hydrate hydrofluosilicique cristallisé.* Note de M. Kessler.

« Lorsqu'on prépare l'acide hydrofluosilicique $Fl^2Si + FlH$ par le procédé ordinaire, qui consiste à faire passer du fluorure de silicium dans de l'eau et en séparer la silice qui se dépose, il est impossible d'obtenir un acide concentré : le dépôt volumineux de silice l'absorberait en totalité. On ne peut pas non plus arriver à le concentrer par évaporation, parce qu'il se décompose alors partiellement en ses deux éléments. Il y a quelques années, les difficultés inhérentes à la séparation de cette silice m'ont suggéré un autre mode de préparation que j'ai publié et employé à une fabrication industrielle.

» Il consiste à opérer par synthèse et, au lieu de demander la formation de cet acide à la décomposition de l'eau, à faire simplement passer un courant de fluorure de silicium dans de l'acide fluorhydrique. Lorsque ce dernier est suffisamment concentré, il ne se dépose pas de silice et l'excès même de fluorure de silicium n'est pas absorbé.

» En appliquant ce procédé, il m'est arrivé de voir tout à coup le tuyau

---

[1] Il signale la même réaction comme s'opérant à froid, plus lentement à la vérité, entre le carbonate de chaux et les sels ammoniacaux (*loco citato*, p. 718). M. Nivet a insisté récemment sur les applications de ce fait à l'Agriculture.

qui amenait le fluorure de silicium dans le récipient, et ce récipient lui-même, remplis par des cristaux, les uns en masse compacte, les autres, au-dessus, en aiguilles. L'eau mère pesait 55° à l'aréomètre de Baumé.

» Ces cristaux, plusieurs fois fondus et reformés par un refroidissement suivi d'un égouttage, étaient de l'acide hydrofluosilicique hydraté pur.

» Ils étaient exempts d'acide fluorhydrique; car leur dissolution aqueuse précipitée par un excès de chlorure de potassium ne produisait pas la moindre érosion sur le cristal. Ils ne renfermaient non plus aucun excès de fluorure de silicium; car le fluosilicate de potasse ainsi formé, lavé d'abord à l'eau alcoolisée, ne laissait dans l'eau de lavage évaporée aucun résidu de silice insoluble. Le fluosilicate alcalin lavé avec de l'acide fluorhydrique n'en abandonnait pas non plus.

» L'acide hydrofluosilicique cristallisé est incolore; il fond vers 19° C. Chauffé un peu au-dessus de ce point, il entre en ébullition, par suite d'une dissociation partielle en acide hydrofluosilicique mêlé de fluorure de silicium, qui se dégage, et d'acide fluorhydrique mêlé d'acide hydrofluosilicique plus aqueux et moins volatil, qui reste.

» Au contact du verre, il dégage du fluorure de silicium pendant que le verre se trouve rongé. Il est d'une excessive déliquescence, quoique son mélange avec l'eau ne m'ait pas paru dégager de chaleur sensible à la main. Il répand à l'air d'épaisses fumées. Il est très dur, et, quand on le fond dans une capsule de platine, ses cristaux, se reformant sur les points non chauffés du métal, y contractent une telle adhérence que je n'ai pas pu les en séparer par crainte de déformer le vase.

» Par ces diverses raisons, je n'ai pu songer à en mesurer les angles au goniomètre; mais, comme ses cristaux atteignent facilement plusieurs centimètres, il m'a été facile de voir leur forme et d'en tracer les contours. C'est celle que j'ai reproduite très approximativement avec des morceaux de liège, que je joins à cette Note; ils dérivent du cinquième système.

» Il est également difficile de le peser sans qu'il s'y ajoute de l'eau. L'essai qui m'en a donné le moins correspondait à un peu moins de $2^{\text{éq}},5$ d'eau pour 1 de $Fl^2\,Si\,Fl\,H$. Il est donc probable que sa formule est $Fl^2\,Si\,Fl\,H + 2\,HO$.

» C'est, je crois, le seul hydrate d'hydracide connu qui cristallise à la température ordinaire, et il serait intéressant de voir si, par le même procédé, on n'obtiendrait pas l'hydrate d'acide hydrofluoborique, ou des combinaisons de fluorure de silicium avec d'autres hydracides, comme l'acide hydrobromique, l'acide hydriodique, etc. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Proportion d'acide carbonique dans l'air.* Note de M. **Marié-Davy**, en réponse à la seconde Note de M. Reiset.

« Dans une seconde Communication faite à l'Académie dans la séance du 17 mai courant, M. Reiset, a fait connaître la suite de ses recherches sur la proportion d'acide carbonique de l'air. Je n'ai pas à discuter ces nouveaux résultats de M. Reiset, dont l'habileté est bien connue; mais je crois nécessaire de répondre aux critiques qu'il fait des recherches analogues poursuivies régulièrement tous les jours de l'année, depuis le mois d'avril 1876, par mon collaborateur M. Albert Lévy et son aide, M. P. Allaire. M. Reiset nous reproche de mesurer dans un compteur à gaz le volume d'air qui passe dans nos appareils et de ne pas effectuer les corrections nécessaires de température et de pression.

» En ce qui concerne les compteurs dont nous faisons usage, je dirai que ce sont des compteurs de précision adoptés par M. Regnault, qu'ils sont contrôlés au moyen du gazomètre ordinaire et qu'ils fonctionnent toujours dans les mêmes conditions.

» En ce qui concerne les corrections de température et de pression, je les considère comme indispensables dans les expériences de M. Reiset, qui *dose en poids* l'acide pris à l'air et qui se croit obligé de transformer ce poids en volume sous la température et la pression variables de l'air extérieur, ou, ce qui revient au même, de ramener à 0° et à la pression 760^{mm} le volume de l'air analysé.

» Nous, nous préférons doser directement le *volume* de l'acide dans les conditions mêmes de température et de pression de l'air extérieur. Ce dernier procédé nous paraît plus direct et plus simple. Il a tout au moins l'avantage de diminuer singulièrement les corrections dont parle M. Reiset. Nous ne négligeons cependant pas ces corrections; mais, comme elles ne portent que sur les variations quotidiennes de la température des eaux de la ville, ou du baromètre, elles ne s'élèvent au maximum qu'à une ou deux unités du chiffre du troisième rang, ce qui est à peu près la limite de précision que nous attribuons à nos analyses. C'est pour nous une garantie que les erreurs du fait des corrections sont négligeables.

» Si nous comparons les nombres que nous obtenons à Montsouris, dans l'enceinte de Paris, avec ceux que M. Reiset déduit de ses expériences faites en rase campagne, près de la mer, à 8^{km} de Dieppe, nous

voyons que, du 2 octobre au 14 novembre 1879, trente opérations ont donné à M. Reiset un volume moyen de $30^{lit},1$ d'acide carbonique pour $100\,000^{lit}$ d'air, nombre qu'il trouve un peu supérieur à sa moyenne générale. Du 2 octobre au 31 du même mois, vingt-huit analyses faites à Montsouris donnent pour moyenne $30^{lit},2$, nombre identique à celui de M. Reiset. Il est vrai que notre moyenne descend à $29^{lit},1$ si l'on joint aux vingt-huit analyses d'octobre les onze analyses de la première quinzaine de novembre.

» M. Reiset ne retrouve pas à Dieppe la diminution d'acide que M. Lévy a constatée à Paris à partir des derniers jours d'octobre. Cette discordance serait assez grave si l'on pouvait admettre que les vents ont toujours les mêmes allures et les mêmes propriétés sur les bords de la mer que dans l'intérieur du continent, et surtout si la comparaison, au lieu d'être limitée à quelques jours, s'étendait sans interruption à plusieurs années.

» M. Reiset constate que, à la suite de deux séries d'analyses faites à un intervalle de six années, la proportion d'acide carbonique n'a pas changé, et il en conclut à la stabilité de cette proportion. M. Reiset, dans ses deux séries d'expériences, aurait obtenu deux résultats si différents, qu'on n'aurait pas plus le droit d'en inférer un changement permanent de la proportion d'acide que de la température moyenne de 1879 on ne peut inférer un refroidissement permanent du climat de Paris.

» Il est vrai que M. Reiset, invoquant une ancienne opinion de Gay-Lussac, considère que les courants continuels qui agitent l'atmosphère suffisent à produire une diffusion uniforme du gaz carbonique dans l'air. Cette conclusion serait rigoureusement vraie si la quantité de ce gaz était arrivée à l'état permanent, sans causes de diminution ou d'augmentation, au lieu d'être dans un état d'équilibre toujours mobile entre ces causes agissant sans relâche. Il ne saurait en être autrement de l'acide carbonique que de l'oxygène de l'air, avec cette différence que, en raison de l'inégalité des proportions, un même changement absolu correspond à un changement relatif beaucoup plus grand pour l'acide que pour l'oxygène. 100000 parties d'air en volume renferment 20930 parties d'oxygène et seulement 30 parties d'acide carbonique. M. Regnault a pu constater que cette proportion d'oxygène peut, dans certains cas, et notamment dans les pays chauds, descendre à 20300. Si tout l'oxygène disparu était remplacé sur lieu par du gaz carbonique, la proportion de ce dernier monterait de 30 à 660 : nous sommes bien loin des variations constatées à Montsouris.

» A la théorie de l'uniformité de proportion d'acide on peut opposer des faits nombreux et bien observés. Sans les rappeler ici, je puis citer les résultats de M. Truchot, qui a trouvé : 31,3 d'acide carbonique dans l'air de Clermont-Ferrand, à l'altitude de 395^m; 20,3 dans l'air du sommet du Puy-de-Dôme, à l'altitude de 1446^m; 17,2 au sommet du pic de Sancy, à l'altitude de 1884^m. Est-il permis d'attribuer ces écarts progressifs à des erreurs d'expérience ou à des corrections imparfaites?

» A côté de la question d'altitude, il y a aussi la question de latitude. Les régions équatoriales et polaires, les régions maritimes et continentales contiennent-elles partout et en tout temps la même proportion d'acide? Nous l'ignorons, et des analyses accidentelles ne pourraient pas plus nous l'apprendre que quelques observations isolées du thermomètre ne pourraient nous renseigner sur les températures des divers climats.

» Deux années pluvieuses, pendant lesquelles nous avons été, à Paris, sous l'influence du courant équatorial, nous ont fourni une forte proportion d'acide carbonique. Une année antérieure, qui avait été plus sèche, sous l'influence d'un mode différent de circulation atmosphérique, nous en avait donné notablement moins. En voyant la proportion du gaz diminuer à la fin d'octobre 1879 et cette diminution devenir permanente en s'accentuant même à certains moments, nous avons conclu de ce fait, joint à d'autres, que nous entrions probablement dans une période sèche. Jusqu'à présent cette probabilité s'est bien réalisée. Est-ce une simple coïncidence comme il s'en présente tant en Météorologie? L'avenir nous le dira. Mais la réponse à cette question serait beaucoup plus prompte et facile si, en quelque autre endroit que Montsouris, on entreprenait les analyses qu'on y poursuit régulièrement depuis plus de quatre années. M. Reiset nous donne la preuve de l'intérêt qu'il y attache, et le point en discussion méritait d'être signalé aux météorologistes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'acide malonique.* Note de M. E. **Bourgoin**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« L'acide malonique, découvert en 1858 par Dessaignes en oxydant l'acide malique par le bichromate de potassium, a été obtenu synthétiquement en 1864 par Hugo Müller et par Kolbe.

» Malgré les nombreuses recherches dont cet acide a été l'objet, sa préparation par synthèse a toujours été une opération difficile et peu produc-

tive. Ayant eu besoin, pour mes électrolyses, d'une notable quantité de ce produit, j'ai été amené non seulement à répéter et à comparer les diverses méthodes de préparation qui ont été successivement proposées, mais encore à faire un grand nombre d'essais en vue de simplifier et de régulariser cette réaction. Après bien des essais infructueux, j'ai résolu la question. Voici le procédé auquel je me suis définitivement arrêté pour effectuer facilement la synthèse de l'acide malonique.

» Je dissous 100gr d'acide monochloracétique dans le double de son poids d'eau, et je sature la solution par du bicarbonate de potassium cristallisé, environ 110gr. J'ajoute alors 75gr de cyanure de potassium pur, simplement pulvérisé. Après dissolution, je chauffe avec précaution au bain-marie : une ébullition brusque, accompagnée d'un vif dégagement de chaleur, ne tarde pas à se manifester. Après la réaction, le liquide reste parfaitement incolore.

» On ajoute à ce liquide le double de son volume d'acide chlorhydrique concentré, on sépare le chlorure de potassium qui se dépose et on sursature par un courant d'acide chlorhydrique gazeux, opération qui se fait avec une grande élévation de température. Il se forme encore du chlorure de potassium, accompagné cette fois de chlorhydrate d'ammoniaque qui cristallise en partie par le refroidissement. On sépare ces sels sur un tampon d'amiante et on déplace l'eau mère qui les imprègne avec un peu d'acide chlorhydrique; on ajoute l'eau de lavage à la solution acide que l'on évapore, d'abord à l'ébullition, puis au bain-marie.

» Le résidu, presque sec, peu volumineux, est facilement épuisé par l'éther, véhicule qui abandonne d'abord par distillation ou par évaporation 70gr d'acide malonique parfaitement pur. L'eau mère, après une légère concentration, donne encore une vingtaine de grammes d'acide malonique cristallisé sensiblement pur, second dépôt que l'on purifie par cristallisation dans l'éther, sans perte appréciable.

» En suivant exactement cette marche, les réactions secondaires sont si restreintes que les eaux mères, peu abondantes du reste, cristallisent en quelque sorte jusqu'à la dernière goutte, à tel point qu'en opérant avec beaucoup de soin et sur des produits purs on obtiendrait sans doute le rendement théorique. Tout au plus, dans les conditions précitées, observe-t-on la formation d'une très petite quantité d'acide acétique, conformément à l'équation suivante :

$$C^6H^4O^8 = C^2O^4 + C^4H^4O^4.$$

En résumé, le procédé que je viens de décrire présente plusieurs avantages sur ceux qui ont été publiés jusqu'à ce jour : 1° il est simple, expéditif; 2° il donne des liquides incolores qui fournissent du premier jet un acide bien cristallisé; 3° le rendement est très satisfaisant, presque théorique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'éther sulfurique neutre.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« L'éther sulfurique neutre $(C^4H^4)^2S^2H^2O^8$ a été découvert en 1848 par Wetherill, qui l'a obtenu par l'action de l'acide sulfurique anhydre sur l'alcool et sur l'éther. Ce procédé de préparation, le seul employé jusqu'à ces derniers temps, donne en majeure partie de l'éther sulfurique, mais aussi des proportions notables d'éther iséthionique, et peut-être d'éther éthionique, comme le montrent les produits de décomposition de cet éther obtenus par Wetherill et par M. Erlenmeyer. Le rendement est, du reste, assez faible. Depuis, plusieurs auteurs l'ont préparé en traitant par l'alcool l'éther chlorosulfurique résultant de l'action du chlorure de sulfuryle sur l'alcool.

» J'ai été conduit à une préparation plus simple fondée sur l'action de l'acide sulfurique ordinaire sur l'alcool. L'éther neutre se produit en très petites quantités dans les équilibres qui s'établissent soit à la température ordinaire, soit à 100° dans les mélanges d'acide sulfurique et d'alcool, et on peut l'isoler en traitant par un dissolvant, tel que l'éther ou le chloroforme, le mélange étendu d'eau glacée. J'ai trouvé ainsi 5gr à 7gr pour 400gr d'alcool mélangés avec une quantité équivalente d'acide sulfurique [1].

» J'ai pensé qu'on pourrait obtenir de plus grandes quantités d'éther neutre en retirant celui-ci par la distillation à mesure qu'il se produit dans les mélanges d'alcool et d'acide sulfurique, de manière à empêcher l'équilibre normal de s'établir.

» *Préparation.* — L'éther neutre peut en effet se préparer en distillant dans le vide un mélange d'acide sulfurique et d'alcool. 200gr d'alcool

[1] M. Claesson, qui, le premier, a constaté la formation de l'éther neutre dans ces conditions, en aurait obtenu ainsi 25gr. Je n'ai pu dépasser la proportion que j'ai indiquée en appliquant exactement le procédé qu'il a donné.

absolu, distillés lentement dans le vide avec deux fois leur volume d'acide sulfurique *concentré*, m'ont ainsi donné jusqu'à 30gr d'éther neutre. Le rendement moyen est de 25gr. Il est d'autant plus considérable que la distillation est menée plus lentement, et celle-ci doit durer toute une journée. La fin de l'opération est indiquée par la formation d'une mousse abondante et par l'augmentation de la pression intérieure. Un réfrigérant doit être adapté à la cornue.

» Le liquide qui passe dans le récipient se divise en deux couches; la couche inférieure est constituée par de l'éther neutre pur et incolore. On peut le rectifier dans le vide; les premières gouttes entraînent les traces d'eau et d'acide sulfureux qu'il peut dissoudre, puis le liquide distille à point fixe jusqu'aux dernières gouttes. On n'augmente pas le rendement en prenant de l'acide sulfurique fumant. L'éther ordinaire dans les mêmes conditions donne de faibles quantités d'éther sulfurique.

» On obtient aussi de petites quantités d'éther neutre en distillant un mélange d'alcool et d'acide sulfurique sous la pression ordinaire. On sait que c'est lui qui, mêlé avec des carbures polymères de l'éthylène, constitue l'*huile douce de vin*.

» Voici les températures auxquelles il bout sous diverses pressions :

Pressions.	Points d'ébullition.
mm	o
45........	120,5
40........	118,0
35........	115,5
31........	113,5

» Le point d'ébullition s'abaisse régulièrement, comme on le voit, du moins sous de faibles pressions, de 2°,5, quand la pression diminue de 5mm. Il cristallise et fond vers — 24°,5.

» Il se dissout immédiatement dans l'eau de baryte chaude et donne la proportion théorique de sulfovinate de baryte et d'alcool, ainsi que je l'ai constaté par un dosage volumétrique. Cette décomposition ne donne naissance, du reste, qu'à du sulfovinate de baryte ordinaire; je m'en suis assuré en décomposant 220gr d'éther neutre par la baryte et mesurant les cristaux obtenus par des évaporations successives.

» Le mode de décomposition de l'éther neutre permet de le regarder comme l'éther éthylsulfurique de l'alcool. Aussi ai-je essayé de le préparer par l'éthérification directe de l'acide sulfovinique. Mais je n'ai pu déterminer ainsi que la production classique de l'éther ordinaire, qui paraît commencer à se produire dès la température ordinaire. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Présence dans le* Soja hispida (*Münch.*) *d'une quantité notable d'une substance soluble dans l'alcool et facilement transformable en glucose.* Note de M. A. **Levallois**.

« M. Pellet a donné récemment ([1]) les résultats de quelques analyses de *Soja hispida* (ou pois oléagineux). La somme des quantités de sucre, d'amidon et de dextrine trouvées par ce chimiste est de 3,10 pour 100.

» J'ai eu moi-même, l'année dernière, l'occasion de faire plusieurs analyses de cette graine, et je suis arrivé à un résultat différent ([2]).

» En effet, d'après mes dosages, la graine en question contient de 9 à 11 pour 100 d'une substance soluble dans l'alcool. Cette substance ne réduit la liqueur de Fehling qu'après quelques minutes d'ébullition avec l'eau acidulée par l'acide sulfurique. Son pouvoir dextrogyre est considérable; l'ébullition avec l'eau acidulée le ramène à peu près à celui du glucose. Par ses caractères optiques elle se rapproche de la dextrine, mais elle semble en différer par la rapidité avec laquelle elle se transforme en glucose.

» Disposant d'une quantité de matière qui m'avait fait défaut jusqu'ici, je me propose de faire une étude plus complète de ce corps. »

ZOOLOGIE. — *Fonctions de la vessie natatoire des Poissons.* Note de M. C. **Marangoni**.

« Mes observations et mes expériences m'ont conduit aux conclusions suivantes :

» 1° *La vessie natatoire est l'organe qui règle l'émigration des Poissons.* Les Poissons qui vivent toujours au fond de la mer sont privés de vessie et n'émigrent pas, parce qu'ils sont toujours dans des eaux peu profondes et par suite tièdes (Raies, Turbots, Soles). Au contraire, les Poissons qui émigrent (Thons, Esturgeons, Morues, Harengs) ont tous une vessie natatoire. Ils vivent dans des eaux profondes et froides et émigrent pour aller, à la surface, déposer leurs œufs dans des eaux plus chaudes.

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1177.

([2]) *Annales de la Société d'Horticulture d'Etampes.*

» La vessie natatoire des Poissons de mer est parfaitement close. On sait, depuis Biot, que la proportion d'oxygène qui s'y développe sous l'influence des *corps roux* augmente avec la profondeur. Si l'on admet qu'au moment de la reproduction et sous l'influence d'un état hypertrophique des corps roux l'oxygène sécrété augmente et fasse gonfler la vessie, on comprendra comment les Poissons sont poussés à la surface. Il se passe quelque chose d'analogue dans l'acte de la fécondation des plantes phanérogames aquatiques.

2° *Toutefois, les Poissons ne s'élèvent pas comme des ludions et ont à lutter, à l'aide de leurs nageoires, contre l'influence de leur vessie natatoire.* En mettant ensemble des petits Poissons morts et vivants dans un flacon aux trois quarts plein d'eau, et dans lequel on comprime ou on dilate l'air en soufflant ou aspirant au moyen de la bouche, on voit, si l'on augmente la pression, les Poissons morts tomber au fond et les vivants s'élever à la surface, la tête en avant. Si l'on raréfie l'air, les Poissons vivants se dirigent vers le fond, les morts remontent en haut. Les Poissons combattent donc par des mouvements continus les influences passives dues à la pression hydrostatique, dont ils ont tout à craindre, car Biot et Delaroque ont observé que les Poissons pêchés à de grandes profondeurs et amenés rapidement à la surface y arrivent avec la vessie déchirée.

» 3° *La vessie natatoire produit chez les Poissons une double instabilité, une de niveau, l'autre de position.* Le Poisson, ayant une fois adapté sa vessie pour vivre à une certaine profondeur, peut, sous l'influence de la plus faible variation de pression, ou être précipité en bas ou poussé vers le haut, comme l'a démontré M. Moreau et comme on peut facilement le prouver avec le ludion. Les Poissons sont donc en équilibre instable quant au niveau. Ils le sont aussi quant à la position. En effet, la vessie étant placée dans la région ventrale, le centre de gravité est au-dessus du centre de pression, et les Poissons sont toujours menacés d'être retournés sens dessus dessous. Ils prennent cette position quand ils sont morts ou moribonds.

» Cette double instabilité force les Poissons à une gymnastique continuelle et contribue sans doute à les rendre forts et agiles. Les plus agiles des animaux terrestres sont aussi ceux qui ont la moindre stabilité. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur la structure de l'axe au-dessous des feuilles séminales chez les Dicotylédones.* Note de M. **R. Gérard**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les résultats que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie ont été fournis par des travaux ayant pour but la recherche du point où l'axe, perdant les caractères de la racine, prend ceux de la tige et le mode d'union de ces deux organes.

» Ce point (*collet* ou *nœud vital*), d'après les idées ayant généralement cours, correspondrait au lieu où l'épiderme lisse de la tige fait suite à l'épiderme villeux de la racine. Les deux organes seraient disposés comme deux cônes opposés par leur base.

» L'étude de nombreuses plantes, appartenant à trente familles différentes, me fait regarder cette opinion comme complètement erronée. Jamais les faits n'ont présenté cette concordance. Dans quelques cas, jusqu'à présent rares (plantules très volumineuses), le changement de structure s'opère avant la mutation de l'épiderme; le plus souvent on ne l'observe qu'au-dessus du point où elle a lieu et à des hauteurs différentes. Généralement, la portion de l'axe hypocotylé qu'on regardait comme appartenant à la tige ne revêt en aucun de ses points la structure bien nette de cet organe; même dans un très grand nombre de cas, pour ne pas dire la majorité (plantules de faible diamètre), la structure de la racine se retrouve presque intacte jusqu'au-dessous des cotylédons. Il est alors fréquent de voir la nervure médiane des cotylédons formée à la base par un faisceau ligneux isolé à développement centripète, orientation caractéristique de la racine.

» Le passage n'est jamais brusque; il se divise en plusieurs phases qui peuvent se succéder plus ou moins rapidement. On peut en observer une ou plusieurs sans que les autres se produisent; c'est alors qu'on retrouve la structure de la racine sur toute l'étendue de l'axe hypocotylé. L'épiderme lisse cuticularisé est superposé sans transition à l'épiderme villeux.

» La couche sous-jacente, dont on a méconnu jusqu'à présent le rôle important, me semble constituer le véritable organe protecteur de la jeune racine (l'épiderme villeux devant être regardé en raison de ses cellules à parois minces, demi-cylindriques, par conséquent faiblement unies, et de peu de durée, comme un organe essentiellement dévolu à la nutrition). Composée de cellules allongées radialement et fortement unies entre elles,

cette couche forme une membrane continue, subérifiée en partie, comme l'indique sa coloration noirâtre. Je la distinguerai sous le nom de *membrane épidermoïdale*. Après le changement d'épiderme, ses cellules s'arrondissent et tendent à se confondre avec le cylindre cortical. Elle n'a plus le même rôle à jouer.

» Le cylindre cortical sous-jacent est formé par un parenchyme arrondi à nombreux méats; sa puissance et sa structure varient peu sur tout le trajet. La couche protectrice, plus ou moins nette, peut se retrouver jusqu'à la naissance des cotylédons.

» La couche rhizogène se comporte de façons très différentes, selon l'activité de ses cellules. Toujours plus persistante, en face des faisceaux vasculaires, elle se confond souvent, dans la partie supérieure, avec le liber et perd ses caractères.

» Les faisceaux libériens restent simples, se bifurquent ou se trifurquent. Dans le premier cas, ils repoussent les membranes rhizogène et protectrice et, s'étalant latéralement, débordent les faisceaux vasculaires en passant au-dessus, et s'unissent en un anneau continu. Dans les autres cas, rien de pareil; les deux masses ou les deux masses latérales (lorsqu'il y a trois faisceaux) se rapprochent des faisceaux vasculaires primaires, et ce sont ceux-ci qui viendront se superposer au liber. Le faisceau médian passera dans le bourgeon.

» La première modification que subissent les faisceaux vasculaires est un mouvement de retrait vers la couche rhizogène. De là résultent : 1° la formation de la moelle dans les axes qui en étaient dépourvus, son agrandissement dans les autres; 2° la disposition sur plusieurs rangs des vaisseaux primitivement unisériés. La deuxième phase consiste dans la pénétration de la moelle dans leur intérieur, pénétration qui donne à ces faisceaux la forme d'un V ouvert, du côté du centre. Les extrémités libres des branches vont s'appuyer sur les masses libériennes voisines. Parfois le faisceau se trouve séparé totalement en deux masses parallèles. Dans un troisième temps, les faisceaux, de centripètes qu'ils étaient plus bas, deviennent centrifuges et se superposent au liber; la structure de la tige se réalise.

» Trois causes amènent ce mouvement et, selon que l'une ou l'autre ou plusieurs agiront à la fois, le mécanisme sera différent. 1° Le mouvement est dû à une multiplication radiale des cellules de la couche rhizogène opposées au faisceau et à la prolification des cellules conjonctives latérales. Le faisceau poussé de front et sur ses faces tourne sur ses extrémités internes

adossées au liber comme une porte à deux battants sur ses gonds. Les branches du V se séparant dans ce parcours, il en résulte finalement deux faisceaux libéro-ligneux. 2° Le tissu conjonctif agit seul; les (ou la) trachées primitives restent accolées à la couche rhizogène. Les vaisseaux plus internes tournent seuls pour se superposer au liber. 3° Le troisième cas s'observe lorsque les faisceaux libériens se réunissent pour former un anneau continu. Aussitôt après leur fusion en dehors d'un faisceau vasculaire, leur partie interne cambiale, devenant activement génératrice, repousse les vaisseaux vers l'intérieur. Dans ce cas, il peut ne pas y avoir de mouvement de volet, mais un véritable chevauchement des vaisseaux les uns sur les autres, les phénomènes préparatoires ne s'étant point produits. Cette action est de beaucoup la plus active des trois, et c'est elle qui détermine la structure de la tige avant le changement d'épiderme.

» Je continue ces recherches, les étendant à toutes les plantes vasculaires. »

GÉOLOGIE. — *Itinéraire de Biskra chez les Touâregs.* Extrait d'une Lettre de M. **Roche** à M. Delesse.

El Biôd, 2 mai 1880.

« La mission du colonel Flatters, à laquelle je suis attaché, devait étudier l'un des tracés du chemin de fer trans-saharien et pousser aussi loin que possible son exploration au sud de l'Algérie. Elle a pu s'avancer jusqu'à 750^{km} au delà d'Ouargla, sur la route de Temassinin à Rhat; mais, à cause des exigences croissantes des Touâregs, qui n'ont d'ailleurs pas de véritable chef, le colonel Flatters a cru devoir retourner, d'autant plus que notre itinéraire véritable aurait dû être la ligne passant par la sebkha Amadghor.

» La mission rapporte des renseignements assez sérieux sur la question du chemin de fer. Pour ma part, j'ai pu examiner les terrains géologiques peu nombreux qui constituent ces contrées; ils appartiennent seulement au quaternaire, au crétacé et au dévonien.

» Le dévonien forme tout le massif du plateau des Azgueurs (Azdjers), qui est découpé par des rivières fortement encaissées. Il se compose d'une série de couches de grès quartzeux, dur, plus ou moins fin, quelquefois un peu argileux, auquel cas on y rencontre quelques fossiles : Orthis, Rhynchonella, Orthocères et même Trilobites. Il est vraisemblable qu'il existe d'anciens volcans dans le plateau, car j'ai rencontré sur un certain

nombre de points des morceaux de lave roulée; cette lave contenait parfois du péridot et des zéolithes.

» Le crétacé présente une bande le long du plateau; il se compose de quelques couches de calcaire plus ou moins marneux et de marnes avec beaucoup de gypse. On y rencontre aussi des fossiles.

» Le quaternaire constitue un dépôt immense depuis Biskra jusqu'à El Biôd. La question des dunes est la plus importante relativement à ce terrain; elle a été étudiée déjà par MM. Vatonne, Pomel et H. Le Châtelier, mais je n'ai pas encore eu le temps de coordonner d'une manière bien complète mes idées sur ce sujet. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *De la structure et du développement du tissu dentinaire dans la série animale.* Note de M. E. **Magitot**, présentée par M. Robin.

« On désigne, depuis R. Owen, sous le nom de *tissu dentinaire* ou *dentine* le tissu fondamental qui entre dans la constitution anatomique de certains organes, tels que les écailles et les épines des poissons cartilagineux, la partie essentielle de l'organe dentaire de la plupart des animaux, etc.

» La structure de ce tissu a été considérée jusqu'à ce jour comme constituée par une *substance fondamentale* homogène creusée de *canalicules*.

» Un ensemble de recherches récentes nous a montré que cette interprétation doit être regardée comme inexacte et nous a conduit à décrire les faits anatomiques d'une manière toute différente.

» En effet, si l'on prépare, sous l'eau et en évitant soigneusement toute tendance à la dessiccation, une coupe histologique de dentine prise sur un des organes désignés plus haut et fraîchement séparé de l'animal, la composition de ce tissu apparaît sous l'aspect suivant :

» 1° Une *substance fondamentale* homogène ou finement granuleuse forme la masse du tissu. Elle est dure, résistante, demi-transparente et d'une composition organo-minérale dans la proportion de $\frac{1}{2}$.

» 2° Un faisceau de *fibrilles* molles disposées à leur point de départ par troncs parallèles, puis ramifiées et anastomosées dans tous les sens pendant leur trajet au sein de la substance fondamentale, et aboutissant, à la limite du tissu, à une série de petites dilatations formant dans leur ensemble un système terminal d'anastomoses réciproques. Ces fibrilles sont intimement adhérentes au tissu ambiant, sans interposition d'aucune membrane ou substance quelconque. Elles font partie intégrante de la masse.

3° Un organe mou, de nature papillaire, occupant invariablement une cavité creusée au centre ou au-dessous de la masse du tissu dentinaire. Cet organe est simple ou divisé, c'est-à-dire que la cavité qui le renferme est unique ou pourvue de prolongements (*vaso-dentine*, *plici-dentine* de Tomes). Toute sa surface est recouverte d'une couche non interrompue de cellules épithéliales, *cellules de la dentine* ou *odontoblastes*. L'organe est en outre abondamment pourvu de vaisseaux et contient une quantité considérable de nerfs de sensibilité dont les extrémités terminales sont en continuité avec les cellules elles-mêmes par l'intermédiaire d'un système de filaments et de cellules spéciales (*substratum* des odontoblastes). D'autre part, ces odontoblastes présentent à leur extrémité périphérique des prolongements filiformes (queues des odontoblastes), lesquels pénètrent dans la substance de la dentine et y représentent précisément par leur ensemble le réseau fibrillaire.

» Dans un examen ainsi pratiqué d'une pièce fraîche préparée sous l'eau, avec ou sans ramollissement préalable dans les acides faibles, il est impossible de discerner aucune autre particularité anatomique essentielle, non plus qu'on ne peut apercevoir la trace de canalicules indépendants. L'existence universellement admise de ceux-ci ne repose que sur une erreur d'interprétation résultant de l'observation de pièces sèches, dans lesquelles la dessiccation de la fibrille a produit l'apparence purement artificielle d'un tube resté vide.

» La démonstration de cette manière de voir sera complète si l'on étudie une coupe fraîche de dentine soumise à l'action prolongée des acides faibles; on se convaincra aisément que le réseau fibrillaire isolé au sein d'une masse devenue gélatiniforme constitue en réalité la trame unique du tissu.

» La dentine doit donc être regardée comme un *tissu fibrillaire* inclus dans une masse dure et homogène à laquelle on ne saurait attribuer la structure canaliculée, pas plus qu'on ne serait fondé à l'admettre pour un muscle ou tout autre organe parcouru par un réseau de fibrilles nerveuses. Le tissu osseux lui-même, occupé, comme on sait, par des cellules ramifiées, ne saurait être davantage regardé comme creusé de cavités et de canaux qu'en raison de la même erreur d'interprétation résultant de l'observation de pièces sèches.

» Les faits du développement du tissu dentinaire concourent d'autre part à la démonstration de ces vues anatomiques.

» On observe, en effet, dès le début de la formation de la dentine, que

les éléments de la substance fondamentale élaborés par la couche des cellules ou *odontoblastes* se déposent molécule à molécule autour du filament caudal de chacune de ces cellules. Ils forment ainsi à ce filament et à toutes ses subdivisions une véritable gaîne complète en contact absolu avec lui. Chaque filament fibrillaire représente donc l'axe de développement d'une gaîne de dentine, tandis que l'ensemble des fibrilles forme comme le squelette général du tissu.

» Si nous cherchions une comparaison qui frappe l'esprit, nous dirions que le phénomène est comparable à celui qui se produit au sein d'une source calcaire pétrifiante lorsqu'on y plonge la tige ramifiée d'une plante, laquelle se recouvre d'une masse calcaire continue et homogène.

» La formation de la dentine, ainsi commencée par le groupement des matériaux organo-calcaires autour des prolongements périphériques des odontoblastes, se continue de dedans en dehors par l'allongement progressif de chaque filament et l'augmentation proportionnelle en épaisseur de la couche de dentine. Ce phénomène est permanent; il se poursuit pendant toute la période qui précède la chute de l'organe (écaille, épine ou dent), lequel est généralement soumis, comme on sait, à un renouvellement plus ou moins actif pendant le cours de la vie.

» La dentine, ainsi formée à la surface d'une couche de cellules spéciales et autour de filaments émanés de ces cellules mêmes, est un tissu éminemment pourvu d'un mouvement nutritif, rénovation moléculaire complète. Il est doué, d'autre part, d'une sensibilité propre, dont l'agent essentiel est la fibrille, laquelle est mise, par l'intermédiaire des odontoblastes, en communication directe avec les extrémités terminales des nerfs de sensibilité; ces ramifications nerveuses sont les mêmes que celles qui alimentent les papilles sensitives de la peau, dont les organes pourvus de dentine ne sont que des dépendances (tissu phanérophore et phanères de de Blainville).

» Ainsi constituée, la dentine n'est nullement assimilable à un produit sécrété, ainsi que l'idée en a été formulée par quelques auteurs; c'est un tissu vivant, sensible, sans analogue dans l'économie animale, où il possède une physionomie et un rôle qui lui sont propres.

» Tandis que le développement en épaisseur de la couche de dentine s'est continué de dedans en dehors à la surface de la couche des odontoblastes, la surface extérieure du tissu se recouvre soit d'un revêtement osseux (cément), comme cela a lieu pour la défense de l'éléphant, soit plus ordinairement d'une lame protectrice formée d'un autre tissu composé

de prismes parallèles. Ce dernier tissu, appelé *émail*, est, aussitôt après sa formation, dépourvu de tout mouvement nutritif. Il fait, à la surface de la dentine, l'office d'un *épithélium durci.* »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur la muqueuse de la région cloacale du rectum.* Note de MM. G. **Herrmann** et L. **Desfosses**, présentée par M. Robin.

« La muqueuse de l'extrémité inférieure du rectum ne se continue pas directement avec le tégument externe. Il existe à ce niveau une zone circulaire, haute de $0^{m},006$ à $0^{m},012$, répondant aux saillies musculaires de Morgagni, et qui représente une partie persistante du cloaque de l'embryon. Cette *région cloacale* est revêtue par une muqueuse spéciale qui se trouve nettement limitée du côté du rectum et se continue au contraire avec la peau par une transition sensible.

» Chez l'homme, son épithélium présente, sur les parties saillantes, la forme polyédrique stratifiée à cellules superficielles aplaties ; dans les dépressions et les sinus, il prend le type prismatique stratifié à cellules superficielles allongées et transparentes. Le chorion a la structure du derme, sauf une plus grande richesse en éléments fibro-plastiques et embryo-plastiques.

» Cette région présente de petites glandes en grappe vers la partie moyenne, quelques glandes en tubes simples, semblables à celle du rectum vers sa limite supérieure, et enfin des follicules clos d'un petit volume dans toute son étendue.

» Au fond des sinus limités par les valvules semi-lunaires, l'épithélium se prolonge dans des sortes de canaux irréguliers qui s'étendent vers le sphincter interne, au contact duquel ils s'élargissent fréquemment, formant des excavations anfractueuses. De ces dernières on voit partir un ou plusieurs conduits, tapissés par le même épithélium et assez semblables à des tubes glandulaires. Ces conduits suivent un trajet sinueux dans les cloisons de tissu cellulaire qui séparent les faisceaux musculaires et traversent ainsi le sphincter dans toute son épaisseur ; arrivés dans le tissu conjonctif interposé entre ce muscle et la couche longitudinale, ils présentent plusieurs ramifications courtes qui finissent en cæcums au milieu de petits amas de cellules rondes ou polyédriques ayant l'aspect de follicules clos.

» Lorsqu'on étudie comparativement la muqueuse cloacale chez le chien, on trouve un appareil glandulaire bien plus développé (indépendamment des glandes anales proprement dites, qui débouchent sur la peau et non

dans le cloaque). Les glandes sont plus volumineuses, et beaucoup d'entre elles sont situées en dehors du sphincter interne, qui se trouve ainsi traversé par un certain nombre de conduits excréteurs, notamment vers son extrémité inférieure ; on voit également d'énormes follicules clos, mais tous sont placés à la surface de la muqueuse.

» Ces données d'Anatomie comparée expliquent dans une certaine mesure les singulières dispositions que l'on constate sur l'homme. On peut considérer, en effet, les conduits ramifiés qui existent chez ce dernier comme des organes rudimentaires répondant aux glandes de la muqueuse cloacale des animaux. Cette interprétation paraît d'autant plus vraisemblable, que ces formations sont également réduites à quelques vestiges sur les singes anthropoïdes (gorilles) et qu'on les voit se développer dans l'homme, tout comme de véritables glandes, par des bourgeons épithéliaux qui traversent le sphincter au quatrième ou cinquième mois de la vie fœtale.

» Au point de vue chirurgical, ces longs conduits tortueux, coiffés à leur extrémité par de petits follicules clos, présentent un certain intérêt, eu égard notamment au rôle qu'ils peuvent jouer dans la production des fistules compliquées qu'on rencontre si fréquemment dans cette région [1]. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Sur l'inoculabilité du charbon symptomatique et les caractères qui le différencient du sang de rate.* Note de MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas**, présentée par M. Bouley.

« I. Les animaux de l'espèce bovine présentent, dans plusieurs localités (parmi lesquelles nous signalerons le Bassigny, dans le département de la Haute-Marne), une maladie toujours mortelle, qui débute brusquement par de la tristesse, de l'inappétence et l'apparition d'une tumeur irrégulière, mal circonscrite, sur le tronc, l'encolure, l'espace inter-maxillaire ou sur l'un ou l'autre membre. Dans tous les cas, cette tumeur progresse avec une rapidité étonnante, envahissant les muscles et les interstices musculaires; d'abord homogène et très douloureuse, elle devient peu à peu insensible, crépitante et sonore à son centre; les tissus qui la forment sont noirs, friables et laissent échapper, par incision, un sang rouge, puis noir, et enfin une sérosité spumeuse et une assez grande quantité de gaz. Pendant que la maladie évolue localement, les symptômes généraux s'ag-

---

[1] Ce travail a été fait dans le laboratoire d'Histologie de la Faculté de Médecine.

gravent; la température de l'animal s'élève, puis décroît; bref, en trente-six ou quarante-huit heures, le malade est emporté.

» Ce tableau répond à l'affection appelée par Chabert *charbon symptomatique,* lequel constitue, avec le sang de rate et la pustule maligne, son groupe des affections charbonneuses.

» Grâce aux observations ou aux recherches de Rayer, Davaine, Pollender, Delafond, Brauell et surtout de MM. Koch, Pasteur, Toussaint, on sait que l'une des maladies charbonneuses de Chabert, le *sang de rate,* est le résultat de l'évolution du *Bacillus anthracis* ou *bactéridie charbonneuse.* Le charbon symptomatique serait-il, lui aussi, un des modes de manifestation de la présence du *Bacillus anthracis,* ou doit-il être distrait du groupe des affections dont le type est la fièvre charbonneuse ou sang de rate?

» En Allemagne, Feser et Bollinger appellent le charbon symptomatique *tumeur enphysémato-gangréneuse,* et Feser dit avoir reproduit cette maladie en inoculant la boue des marais près desquels vivent les bœufs exposés à ses attaques. En France, M. Boulet-Josse et M. Vernant ont supposé, d'après les faits cliniques, une différence de nature entre le sang de rate et le charbon symptomatique; mais une démonstration rigoureuse, expérimentale, était encore à donner.

» II. Dans le sang des animaux malades ou morts du charbon dit symptomatique, généralement on ne voit aucun élément étranger; quelquefois on aperçoit de rares granulations isolées, mobiles, difficiles à déterminer histologiquement, et des bâtonnets bien plus rares encore, sur lesquels nous reviendrons. Mais, sous l'influence de conditions qui nous échappent encore pour le moment, le sang se charge de corpuscules ovoïdes, brillants, isolés ou accolés bout à bout, au nombre de deux ou trois, et de bâtonnets courts, mobiles en tous sens.

» Ces mêmes microbes sont très peu nombreux dans la sérosité de la tumeur, mais ils se présentent en nombre considérable dans le tissu conjonctif inter et intra-musculaire, ainsi que dans l'intérieur des faisceaux contractiles de la tumeur. On peut les rencontrer aussi dans les ganglions lymphatiques, les reins, la rate et le poumon. Le microbe cantonné en ces points, d'où on l'extrait par raclage, diffère de la bactéridie charbonneuse par ses caractères objectifs et biologiques, ainsi que par ses effets pathologiques. Il est plus court et plus large qu'elle, très mobile, arrondi à ses deux extrémités et presque toujours pourvu près de l'une d'elles, jamais au milieu, d'un noyau clair.

» III. Avec les tissus de la tumeur et l'eau distillée, nous avons préparé une pulpe riche en microbes. Injectée dans l'épaisseur des muscles ou dans le tissu cellulaire sous-cutané, elle produit des accidents dont les caractères varient suivant le siège de l'inoculation et l'espèce des sujets inoculés.

» Sur le veau et le mouton, nos inoculations ont été constamment mortelles dans l'espace de trente à soixante heures; dans le tissu cellulaire, elles ont produit un œdème chaud et douloureux de la région, crépitant, surtout chez le veau, s'étendant graduellement aux parties déclives; dans les muscles, elles ont entraîné la formation d'une tumeur qui offrait tous les caractères de la tumeur spontanée.

» Sur le cobaye, elles ont tué presque toujours; nous avons vu, chez un animal inoculé avec un produit qui avait passé déjà par l'organisme de plusieurs sujets, se développer au point inoculé une tuméfaction énorme, qui s'est terminée par l'ouverture spontanée de deux abcès.

» Sur le rat blanc, on obtient des effets locaux (gangrène, escharres); mais, d'ordinaire, cette espèce survit à l'inoculation.

» Le lapin inoculé avec la pulpe d'une tumeur recueillie sur le bœuf quelques heures avant la mort a succombé en présentant localement les lésions caractéristiques du charbon symptomatique; mais les pulpes préparées avec la tumeur du bœuf deux jours après la mort ou avec la tumeur expérimentale fraîche du mouton et du cobaye n'ont produit que des abcès et parfois des accidents pyohémiques.

» L'âne et le cheval résistent aux inoculations; ils ne gagnent qu'un engorgement local des muscles et du tissu cellulaire voisin, douloureux et chaud pendant quelques jours, qui disparaît bientôt complètement.

» Le chien et la poule nous ont paru absolument hors des atteintes du microbe du charbon symptomatique.

» IV. Si l'on filtre les pulpes sur le plâtre, d'après le procédé de M. Pasteur, le liquide rougeâtre qui a traversé le filtre est inoffensif.

» *Conclusions.* — 1° Le charbon symptomatique de l'espèce bovine est inoculable au bœuf et à certaines autres espèces animales.

» 2° Il est transmis par un microbe qui pullule dans les tissus musculaire et conjonctif de la tumeur, qui est très rare ou même absent dans le sang; c'est donc surtout dans la tumeur qu'il faut le chercher.

» 3° Ce microbe est retenu par le filtre en plâtre.

» 4° Par ses caractères, les effets qu'il produit et les espèces animales qui sont propres à son évolution, il diffère nettement du *Bacillus anthracis.*

» 5° Donc le charbon symptomatique du bœuf ne doit plus être con-

fondu avec le sang de rate dans le groupe des affections charbonneuses.

» Nous poursuivons nos recherches, et, dans une Note ultérieure, nous ferons connaître les résultats obtenus quant aux caractères biologiques du microbe et les conséquences médicales qui en découlent. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur le voyage d'exploration de M. Rohlfs dans le Sahara oriental.* Extrait d'une Lettre de M. **Berlioux** à M. Yvon Villarceau.

« Au mois de juin 1879, l'Académie a inséré dans les *Comptes rendus* une Note que je vous avais adressée sur les Tables géographiques de Ptolémée. Pour démontrer l'exactitude de ces Tables et la valeur de la première école de Géographie astronomique, *j'indiquais d'avance* les découvertes *que devait faire,* dans le Sahara oriental, l'expédition conduite par M. Rohlfs. J'avais dressé, d'après Ptolémée, la Carte de cette région, et je l'avais envoyée au chef de l'expédition allemande.

» L'épreuve a pleinement réussi. Malheureusement l'expédition a été arrêtée à moitié chemin, et elle a dû revenir sur ses pas avant d'atteindre un des points les plus curieux de la terre africaine. Mais, pour toute la portion du désert libyen qu'elle a explorée, les indications fournies par les Tables de Ptolémée ont été d'une grande exactitude.

» L'expédition préparée par les géographes de Berlin avait d'abord essayé de pénétrer dans le Sahara oriental par Sella (vers 15° longitude E. de Paris, 28°40′ latitude N.). Je lui avais annoncé qu'elle trouverait, dans cette direction, une ancienne voie romaine, jalonnée de pyramides ou grandes bornes, et un long ouadi. M. Rohlfs n'a pu suivre cette route, mais ses guides lui ont appris qu'on y trouve des pierres portant des inscriptions. C'était déjà un commencement de preuve en faveur de mes prévisions.

» Après le premier échec, l'expédition alla chercher une autre route plus loin vers l'ouest, à Augila (vers 18°55′ longitude E., 29°4′ latitude N). Sur cette nouvelle route, les Tables de Ptolémée indiquaient deux grands traits. En premier lieu, les voyageurs devaient rencontrer, à 4°30′ d'Augila, une chaîne ou massif montagneux mesurant 1°30′ de l'ouest à l'est, C'était le mont Azar, qui était habité par les Azari à l'époque de Ptolémée.

» Après cela, si l'on s'avançait plus loin vers le sud, à 4°12′ environ du massif d'Azar, on devait atteindre un long ouadi, se développant sur une étendue de 8°45′ au moins, que les anciens nommaient le Ger oriental et

où l'on rencontrait six villes. Tout cela prouve combien les solitudes du Sahara oriental cachent de régions intéressantes.

» M. Rohlfs n'est pas allé jusqu'au Ger, mais il est arrivé jusqu'au massif des anciens Azari. Ce massif est bien véritablement à 4°30′ d'Augila, et il s'étend de l'ouest à l'est, comme le signalent les Tables, sur un développement de 1°30′. Plusieurs groupes de ce massif, qui s'appellent aujourd'hui Haouari (Hauari), gardent peut-être le nom des Azari. La chaîne principale se nomme le Djebel Neri, et l'oasis est celle de Koufra. (Le Djebel, les marais, deux lacs, *tout y est,* écrit M. Rohlfs.)

» Pour les détails, l'exactitude des Tables n'est pas moins grande. Elles indiquent quatre terres habitables sur la route d'Augila au massif des Azari, et ces quatre terres ont été retrouvées par les explorateurs modernes. Mais ces détails demanderaient des explications qui ne peuvent trouver place dans une Note comme celle-ci; je les ai communiqués à M. Rohlfs, et je les publierai prochainement.

» Ces faits prouvent combien il est fâcheux que l'expédition allemande ait été arrêtée à Koufra. Les voyageurs ont été attaqués dans cette oasis, et ils ont eu de la peine à échapper aux agresseurs. L'attaque s'explique naturellement, quand on sait que ces régions sont dominées par des sociétés secrètes musulmanes qui sont hostiles aux Européens. Ces sociétés étendent leur influence sur une grande partie du Sahara et opposeront probablement des obstacles à l'expédition française qui opère au sud de l'Algérie.

» A cause des difficultés de ce genre, la nouvelle expédition africaine qui se prépare à Berlin ne prendra pas la route d'Augila. La découverte du Ger oriental est donc ajournée. Mais l'expérience faite à Koufra est déjà suffisante pour que l'on reconnaisse la valeur des Tables de Ptolémée et pour que l'on relève ce magnifique Ouvrage de la proscription injuste dont il est frappé. »

GÉOGRAPHIE. — *Expéditions françaises dans l'Afrique centrale.* Note de M. **Marius Fontane**, présenté par M. de Lesseps. (Extrait.)

« Le crédit de 100000^fr inscrit au budget de la République, à titre de subvention, *pour l'établissement de deux stations scientifiques et hospitalières, une sur la côte occidentale et l'autre sur la côte orientale d'Afrique,* nous a permis, joint aux sommes que nous ont apportées les fondateurs, les membres

ordinaires et les membres donateurs de la Section française, de préparer l'installation, à l'orient et à l'occident de l'Afrique équatoriale, de deux premières stations.

» A l'orient, notre but est d'établir une station à Kirassa, près de Kiora, soit à environ 250^{km} de Bagamoyo.

» Le capitaine Bloyet, de la marine marchande française, désigné comme chef de ce premier poste, est parti de Marseille pour Zanzibar. M. A. d'Abbadie, à qui cette mission revenait de droit, et M. Grandidier ont bien voulu initier M. le capitaine Bloyet aux exigences scientifiques de son mandat.

» La tâche du capitaine Bloyet sera largement simplifiée, au point de vue matériel, dès le début, grâce à l'intervention d'un Français séduit par la grandeur du but recherché : M. Sergère, qui, le premier, tente d'organiser des relations commerciales suivies entre la côte orientale de l'Afrique et l'intérieur, a mis à notre disposition, avec une abnégation absolue, et son expérience pratique des choses africaines et les avantages de ses propres installations dans le pays.

» Nous avions demandé pour le capitaine Bloyet, aux professeurs du Muséum, des indications et des encouragements. Les éminents professeurs du Muséum ont spontanément remis à notre stationnaire, non seulement des instructions précieuses, mais encore une provision d'objets de nature diverse qui serviront bien la bonne volonté scientifique de notre stationnaire et vaudront à la science de meilleurs résultats.

» M. l'abbé Debaize, frappé sur sa route, y a laissé des instruments, des armes, des munitions que le Ministre de la Marine lui avait confiés. Voulant en quelque sorte continuer l'œuvre de M. Debaize, à laquelle il s'était si patriotiquement intéressé, M. Georges Perin a demandé pour nous et a obtenu que ce qui avait été confié au malheureux abbé Debaize le fût désormais à M. le capitaine Bloyet.

» A l'occident de l'Afrique équatoriale, la fondation de la première station se présentait comme un problème plus délicat, sinon plus difficile qu'à l'orient : les terres y étaient moins connues.

» On se souvient de l'héroïque persévérance avec laquelle M. Savorgnan de Brazza et M. le Dr Ballay, il y a quelques années à peine, découvraient les sources de l'Ogooué. C'est M. Savorgnan de Brazza qui s'est chargé d'explorer à nouveau cette partie de l'Afrique, de désigner le point de la première station et d'y installer le stationnaire. M. Savorgnan de Brazza s'est embarqué à Liverpool le 3 janvier. Le courageux compagnon de M. de Brazza, le docteur Ballay, se dispose à le rejoindre.

» Le but de ces deux explorateurs est, après avoir rempli la mission qu'ils ont acceptée de la Section française, après avoir installé le stationnaire, de reprendre la grande mission géographique qu'ils se sont volontairement donnée et dont la découverte des sources de l'Ogooué et des grands affluents du Congo, l'Alima et la Licona, ne fut à leurs yeux qu'un commencement.

» La Société de Géographie de Paris ayant pris sous son patronage les importantes explorations que MM. Savorgnan de Brazza et le Dr Ballay se proposent d'entreprendre après avoir fondé la station, le Comité français a offert aux explorateurs un canot à vapeur gréé.

» S. M. le Roi des Belges a fait offrir, au nom de l'Association internationale, pour le cas où nos premiers moyens financiers seraient insuffisants à assurer le maintien de nos installations africaines, une somme de 40 000fr. Déjà le Ministère de la Marine et des Colonies nous a accordé une somme de 12 000fr et le Ministère des Affaires étrangères une somme de 10 000fr.

» Le 12 mai, M. Ferdinand de Lesseps a fait, au Cirque des Champs-Élysées, une conférence sur l'entreprise du percement de l'isthme de Panama, au profit de notre Société. »

M. **Fr. Jimenez** adresse une Carte céleste projetée sur l'horizon de Mexico, accompagnée d'une explication (extrait) :

« La Carte céleste projetée sur l'horizon de Mexico, divisée en quatre planisphères portant les numéros I, II, III, IV qui indiquent la position du ciel pour chacun des équinoxes et solstices, a été dressée en prenant pour chacun d'eux la situation du ciel correspondant au passage de l'équinoxe ou du solstice par le méridien de Mexico, dont la latitude géographique est de 19°26′0″N. Le tracé des méridiens ou cercles horaires de 15° en 15° ou d'heure en heure et celui des cercles de déclinaison de 15° en 15° ont été calculés d'après le système de *projection de Lorgna*.

» L'écliptique, sur chaque planisphère, est divisée de degré en degré de longitude; on a marqué avec des chiffres arabes les indications correspondant à chaque trentaine de degrés. Outre les degrés de longitude, on trouve les dates des jours de l'année, marquées par de petits cercles noirs sur l'écliptique même et numérotées de cinq en cinq, avec l'indication du mois répondant à chaque quinzième jour. Les pôles de l'écliptique sont indiqués.

» En dehors du cercle qui limite la projection de chaque planisphère se trouvent tracés d'autres cercles concentriques qui la limitent extérieurement, lesquels sont divisés en arcs de 15′ en 15′ et numérotés de 10° en 10°, depuis 0° dans la partie supérieure, ou le nord de l'observateur, jusqu'à 180° vers l'est et l'ouest, dans le but de trouver graphiquement l'azimut d'un astre à une date et une heure déterminées, ainsi que sa distance zénithale.

» Dans la partie inférieure de chacun des planisphères sont dessinées : dans celui de gauche, une échelle universelle des ascensions droites; dans celui de droite, une échelle universelle de déclinaisons, permettant de trouver les coordonnées célestes de chaque étoile ou d'en tracer d'autres qui ne s'y trouvent pas placées. A la partie supérieure, on voit les échelles de grandeur des étoiles. A la gauche, dans la partie supérieure du planisphère n° I, se trouvent des lignes qui indiquent les distances relatives des planètes primaires au Soleil, en prenant pour unité celle de Neptune, avec indication en outre du nombre de satellites de chaque planète.

» A la droite du planisphère n° III, sont des lignes qui marquent les valeurs relatives des diamètres de ces mêmes planètes, en prenant pour unité celui de Jupiter, qui est très approximativement dix fois moindre que celui du Soleil.

» A la gauche, dans la partie supérieure du planisphère n° II, on a placé une Table qui indique les volumes, masses et densités des planètes, en prenant pour unité ceux de la Terre, la quantité de lumière et de chaleur qu'elles reçoivent de l'astre central, et la durée de leurs révolutions et rotations.

» A la droite du planisphère n° IV, se trouve un diagramme qui indique l'inclinaison des orbites de ces mêmes planètes par rapport à l'écliptique ou à l'orbite de la Terre.

» Dans les planisphères, on trouve les étoiles divisées par constellations, qui sont séparées les unes des autres par des lignes pointillées. »

M. Chasles présente le *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche* de M. le prince Boncompagni, et signale les articles suivants : 1° (p. 847-862) un Mémoire inédit de Pierre Maggi intitulé : *Intorno ai principii di meccanica molecolare del signor Dottore Ambrosio Fusinieri,* précédé (p. 339-346) d'une Notice de M. Biadego sur ce Mémoire; 2° (p. 863-880) une Note de M. Boncompagni sur une édition très rare intitulée : *Opera d'abbaco del reverendo padre don Smiraldo Borghetti da Lucca;*

in Venetia, 1594, dont on ne connaît que deux exemplaires, l'un à la Bibliothèque nationale de Paris, et l'autre à la Bibliothèque ducale de Gotha; 3° (p. 881-890) une addition à l'article intitulé « Sur les vies inédites des » trois mathémaciens Danck, Linières et Luca Pacioli, écrites par Bernar» dino Baldi », précédemment publié dans le *Bullettino* (352-438). Ce supplément, ajouté par M. Boncompagni à sa publication citée ci-dessus, renferme des documents inédits d'un grand intérêt, qui datent des années 1497-1511; 4° (p. 891-894) une traduction de l'allemand en italien, par M. le Dr Sparagna, d'une Notice de M. Eilard Wiedemann relative à l'histoire des Sciences naturelles chez les Arabes; 5° (p. 895-898) une traduction, faite aussi par M. Sparagna, d'un article allemand de M. Guillaume Von Bezold, sur l'*Histoire de l'Optique physiologique;* 6° (p. 809-803) autre traduction, faite par M. Sparagna, d'un écrit de M. E. Gerland sur l'*Histoire de l'invention de l'aréomètre;* 7° (p. 904-912) une étude historico-mathématique de M. Aristide Marre sur deux mathématiciens de l'Oratoire (les PP. Claude Jacquemet et Louis de Bizance). Dans ce Mémoire, M. Aristide Marre fait voir que c'est au P. Jacquemet, éminent professeur à Vienne (Dauphiné), et non au P. Malebranche, qu'il faut attribuer nombre de pièces manuscrites sur l'Arithmétique supérieure, l'Algèbre, les Sections coniques et la Gnomonique qui se trouvent dans trois volumes manuscrits de la Bibliothèque nationale, provenant du fonds de l'Oratoire. 8° Enfin les pages suivantes (913-961) font connaître les publications les plus récentes sur les Mathématiques, la Physique et l'Astronomie, en toutes langues.

» J'éprouve un vif regret d'avoir à annoncer à l'Académie que ce *Bullettino* termine la publication que M. le prince Boncompagni a entreprise il y a douze ans, avec un zèle profond pour le progrès des Sciences physiques et mathématiques, et un travail continu et personnel qu'exigeaient de très nombreuses recherches en toutes langues comme en tous pays. »

M. L. **Mongardon** adresse la description d'un moteur aérostatique auquel il donne le nom de *nacelle mécanique*.

M. **Boulangier** adresse un Mémoire intitulé « Étude sur le relief du sol ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

COMITÉ SECRET DU 24 MAI 1880.

La Section de Mécanique présente, par l'organe de son doyen, M. de Saint-Venant, la liste suivante de candidats à la place vacante dans cette Section par suite du décès de M. le général *Morin* :

En première ligne. . . . . M. **Bresse.**
En deuxième ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique* . . . . M. **Boussinesq.** / M. **Levy.**
En troisième ligne. . . . . M. **Haton de la Goupillière.**
En quatrième ligne . . . . M. **Sarrau.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 mai 1880.

Ministère de la Marine et des Colonies. Manuel de pyrotechnie à l'usage de l'artillerie de la marine; t. I. Paris, typogr. G. Chamerot, 1879; in-8°.

Aide-mémoire d'artillerie navale; livr. 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21. Paris, typogr. G. Chamerot, 1876-1879; 9 livr. in-8°, avec Atlas in-folio.

Mémorial de l'artillerie de la marine; livr. 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22. Paris, typogr. G. Chamerot, 1876-1879; 7 livr. in-8°, avec Atlas in-folio.

La Chimie pour tous; par A.-D. Deluc. I : *Métalloïdes et métaux*. Paris, Fouraut, 1880; in-8°.

Chimie synthétique. Reproduction de quelques substances minérales, etc.; par M. E. Monier. Saint-Denis, impr. Ch. Lambert, sans date; br. in-8°.

Usage du cercle méridien portatif pour la détermination de l'heure et des positions géographiques; par M. P. Hatt. Paris, Impr. nationale, 1880; in-8°. (Présenté par M. Yvon Villarceau.)

Mémoires et bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 3e et 4e fascicules, 1878. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret, 1879; in-8°.

Melun et sa transformation depuis 1830; *par* M. VARANGOT. Melun, H. Michelin, 1880; br. in-8°.

Notes sur les inconvénients et les difficultés du tunnel étudié sous le mont Blanc et de ses lignes d'accès projetées. Avantages incontestables d'un chemin de fer international par le Simplon; par M. D. COLLADON. Genève, impr. Schuchardt, 1880; in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; 4e série, t. III, 6e livr., 1879 : *Procès-verbaux de l'année* 1879. Bordeaux, impr. Durand, 1879-1880; 2 livr. in-8°.

Mémoires de la Société académique de Maine-et-Loire; t. XXXV : *Sciences.* Angers, impr. Lachèse et Dolbeau, 1880 ; in-8°.

Réforme de la nomenclature botanique; par le Dr SAINT-LAGER. Lyon, Association typogr. C. Riotor, 1880; in-8°.

Il gabinetto di Mineralogia e Geologia della R. Universita di Padova. Cenni del prof. G. OMBONI. Padova, F. Sacchetto, 1880; br. in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh, vol. XXIX, Part I, *for the session* 1878-1879. Edinburgh, 1880; in-4°.

Verhandelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeeling natuurkunde. Deel XXIX. Amsterdam, J. Muller, 1879; in-4°.

OUVRAGES ADRESSÉS AUX CONCOURS DE 1880.

PRIX MONTYON (MÉCANIQUE). — *Associations des propriétaires d'appareils à vapeur du nord de la France, normande et parisienne. Défauts de tôles, corrosions, incrustations, etc.; par* M. E. CORNUT. Lille, impr. Danel, 1878; in-8°.

PRIX MONTYON (MÉDECINE ET CHIRURGIE). — *Contributions à la chirurgie des voies urinaires; par le* Dr GUILLON père. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°.

Recherches expérimentales comparatives sur l'action du chloral, du chloroforme et de l'éther; par S. ARLOING. Paris, G. Masson, 1879; in-8°, avec pièces diverses.

Méthode rationnelle du traitement des plaies chez le cheval et chez l'homme; par M. COULET. Poitiers, impr. Dupré, 1880; br. in-8°.

Traité pratique et clinique des blessures du globe de l'œil; par le Dr A. YVERT. Paris, Germer-Baillière, 1880; in-8°.

PRIX DUSGATE. — *Mort réelle et mort apparente; par* F. GANNAL. Paris, A. Coccoz, 1868; in-8°, avec pièces.

PRIX DESMAZIÈRES. — *Catalogue des lichens du mont Dore et de la Haute-*

Vienne; par Ed. Lamy de La Chapelle. Paris, au siège de la Société botanique de France, 1880; in-8°, avec suppléments.

Prix Barbier. — *Le hoàng-nàn, remède tonquinois contre la rage, la lèpre et autres maladies; par* E.-C. Lesserteur. Paris, J.-B. Baillière, 1879; in-8°.

Prix Godard. — *Des abcès chauds de la prostate et du phlegmon périprostatique; par le* D[r] P. Segond. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1880.

Affaires étrangères. Commission technique européenne formée en vertu d'un accord intervenu entre les puissances signataires du traité de Berlin, 1879. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°.

Détermination de l'emplacement d'un pont à établir sur le Danube dans le voisinage et à l'est de Silistrie; par M. L. Lalanne. Paris, Dunod, 1880; br. in-8°.

Cours de Calcul différentiel et intégral; par J.-A. Serret. 2[e] édition. T. II : *Calcul intégral.* Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-8°.

Nouveaux éléments de Physiologie humaine; par H. Beaunis. 2[e] édition. II[e] Partie : *Physiologie de l'individu,* pages 465 à 800. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

A. Fauvel. *Annuaire entomologique pour* 1880. Caen, chez l'auteur, rue d'Auge, 16; Paris, Buquet, 1880; in-18.

Recherches philosophiques et physiologiques sur la nature de l'homme et de l'être vivant; par C.-A. du Péan. Paris, Ghio, 1880; in-8°.

Racines adventices ou volantes créées par une méthode nouvelle et mises hors des atteintes du Phylloxera; par E. Maffre. Montpellier, typogr. Boehm, 1880; br. in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Étude des cours d'eau; par Ch. Hauvel. Clermont (Oise), impr. Daix, 1880; br. in-8°.

Notice sur le surchauffeur différentiel de M. Ch. Hauvel. Clermont (Oise), impr. Daix, 1880; br. in-8°.

Le Phylloxera; par Maurice Girard. 3[e] édition. Paris, Hachette et C[ie], 1880; in-18.

La téléphonie, sa théorie, ses applications. Le pantéléphone; par L. de Locht-Labye. Paris, aux bureaux du journal *l'Electricité,* 1880; in-8°.

Etude sur le relief du sol et recherche des lois qui y président; par A. Boulangier; I[er] et II[e] fascicules. Paris, Dunod, 1880; 2 Parties in-8°.

Epidemiology, or the remote cause of epidemic diseases in the animal and in

the vegetable creation, etc.; by JOHN PARKIN. Part II, second edition. London, David Bogue, 1880; in-8° relié.

De la cloralizacion en la extraccion de las cataratas, etc., por L. OLIVERES Y DE BONEN. Badajoz, tip. *La Industria*, 1880; in-8°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. XII, dicembre 1879. Roma, 1879; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

OUVRAGES ADRESSÉS AUX CONCOURS POUR L'ANNÉE 1880.

CONCOURS BOUDET. — *Nouvelles applications de l'acide phénique en Médecine et en Chirurgie; par* M. le Dr DÉCLAT. Paris, A. Delahaye, 1865; in-8°. Avec un Mémoire manuscrit.

De la fièvre dite bilieuse inflammatoire à la Guyane; par le Dr P. BUROT. Paris, Doin, 1880; in-8°.

CONCOURS BARBIER. — *La méthode graphique et les appareils enregistreurs; par le* Dr G. LE BON. Paris, E. Lacroix, 1879; in-8°.

CONCOURS MONTYON (STATISTIQUE). — *La démographie figurée de l'Algérie; par le* Dr R. RICOUX. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

CONCOURS MONTYON (ARTS INSALUBRES). — *Des os et de leur emploi dans la fabrication du noir animal, du suif, du sulfate d'ammoniaque, des boutons, etc., procédés nouveaux; par* M. HUYARD. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1880; in-8°. Avec documents divers.

Questions maritimes. Le navire insubmersible; par CH. LABROUSSE. Fascicules I et II; Paris, chez l'auteur et chez Challamel, 1879; in-8°. Avec pièces diverses. (Adressé aussi au Prix extraordinaire de six mille francs et au prix Plumey.)

CONCOURS MONTYON (PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE). — *Physiologie nouvelle de l'hydrothérapie; par* P. DELMAS. Paris, Germer-Baillière, 1880; in-8°. (Adressé aussi au Concours de Médecine.)